

Sekcja Speleologiczna
Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika

MATERIAŁY 52. SYMPOZJUM SPELEOLOGICZNEGO



ISBN 978-83-933874-6-5

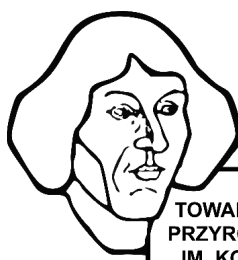
Toruń 11–14.10.2018



UNIwersYTET
MIKOŁAJA KOPERNIKA
W TORUNIU
Wydział Nauk Historycznych



UNIwersYTET
MIKOŁAJA KOPERNIKA
W TORUNIU
Wydział Nauk o Ziemi



POLSKIE
TOWARZYSTWO
PRZYRODNIKÓW
IM. KOPERNIKA



MATERIAŁY 52. SYMPOZJUM SPELEOLOGICZNEGO



TORUŃ 11–14.10.2018

ORGANIZATORZY SYMPOZJUM

Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, Kraków
Wydział Nauk Historycznych Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu
Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu
Zespół Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwiślańskiego
Instytut Ochrony Przyrody PAN w Krakowie
Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków

KOMITET NAUKOWY

prof. dr hab. Stanisław Roszak
dr hab. Marek Kejna, prof. UMK
prof. dr hab. Joachim Szulc
prof. dr hab. Krzysztof Cyrek
prof. dr hab. Wojciech Chudziak

KOMITET ORGANIZACYJNY

Łukasz Czyżewski, Magdalena Sudoł-Procyk,
Arkadiusz Krawiec, Tomasz Karasiewicz, Izabela Jamorska, Jarosław Pająkowski,
Jan Urban, Wojciech Wróblewski, Kamil Adamczak

WYDAŁA

Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, Kraków

ISBN: 978-83-933874-6-5

REDAKCJA TOMU

Łukasz Czyżewski, Magdalena Sudoł-Procyk

KOREKTA

Tomasz Karasiewicz, Magdalena Sudoł-Procyk

SKŁAD

Łukasz Czyżewski

DURK

Machina Druku, Szosa Bydgoska 50, 87-100 Toruń

**Organizacja 52 Sympozjum Speleologicznego – zadanie finansowane w ramach umowy
794/P-DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych
na działalność upowszechniającą naukę**



**Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego**

STRONA SYMPOZJUM

www.ing.uj.edu.pl/speleo2018

Nakład: 100 egz.

Spis Treści

Program obrad 52. Sympozjum Speleologicznego.....	5
--	----------

Sesja Terenowa A

Arkadiusz Krawiec	
Kopalnia soli w Kłodawie.....	9
Kamil Adamczak	
Park Kulturowy Wietrzychowice. Monumentalne grobowce społeczności wczesnorolniczych na Kujawach.....	12

Sesja Terenowa B

Jan Urban	
Jaskinie Doliny Dolnej Wisły cz. 1	17
Sebastian Tyszkowski	
Osuwiska Doliny Dolnej Wisły	20
Jan Urban	
Jaskinie Doliny Dolnej Wisły cz. 2	22
Wojciech Chudziak	
Wczesnośredniowieczne grodzisko w Kaldusie (Góra Św. Wawrzyńca).....	24
Tomasz Karasiewicz	
Torfowisko Linje – rezerwat wyjątkowy	26

Streszczenia

Michał Banaś, Paweł Bylina, Leszek Łęczyński	
Termografia osuwiska nad schroniskiem skalnym w Klifie Orłowskim.....	35
Waldemar Bardziński, Ewa Kurowska	
Wypełnienia wybranych form krasowych na Wyżynie Wieluńskiej.....	36
Dariusz Bartoszewski	
Fotogrametryczne „skanowanie” jaskiń jako alternatywa dla skanerów laserowych na przykładzie wybranych jaskiń Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Prace wykonane w ramach projektu STERIO	37
Krzysztof Cyrek, Łukasz Czyżewski, Maciej Krajcarz, Magdalena Sudoł-Procyk	
Procesy kształtujące poziomy kulturowe w plejstocénskich osadach jaskiniowych środkowej części Jury Polskiej	40
Elżbieta Dumnicka	
Wody podziemne jako siedlisko życia bezkręgowców	41
Mateusz Golicz, Jacek Szczygieł	
Fotogrametryczny model jaskini i jego wykorzystanie w geologii i geomorfologii	43
Michał Gradziński, Pavel Bella, Peter Holúbek	
Jaskinie konstrukcyjne w martwicach wapiennych i trawertynach – zarys problematyki.....	44
Izabela Jamorska, Tomasz Karasiewicz	
Atrakcje geoturystyczne Doliny Dolnej Wisły	46
Grzegorz Klassek, Tomasz Mleczek	
Eksploracja i inwentaryzacja jaskiń polskich Karpat Fliszowych (sierpień 2017 – lipiec 2018).....	48

Grzegorz Kłys, Aleksandra Ziarkiewicz, Bronisław Wojciech Wołoszyn Wrota Piekła	52
Daria Kramkowska Ocena naziemnego skaningu laserowego w pomiarach i wizualizacji jaskiń na przykładzie Jaskini Skorocickiej	54
Joanna Kocot-Zalewska Bezkąrowce łąkowe jaskiń Polski – 100-lecie badań	55
Maciej T. Krajcarz, Magdalena Krajcarz, Magdalena Sudoł-Procyk Chronostratygrafia osadów Jaskini Perspektywicznej	57
Miroslav Kudla Historické pramene k dejinám vývoja záujmu o jaskyne Liptova	59
Ľubica Luhová, Rastislav Milovský, Juraj Šurka, Pavol Herich Detection of permafrost based on cryogenic phenomena in caves	61
Adrian Marciszak, Wiktoria Gornig, Krzysztof Demidziuk, Krzysztof Stefaniak, Andrzej Wiśniewski Kopalna fauna jaskiń Góry Polom (Góry Kaczawskie, SW Polska)	63
Rafał Ogórek Grzyby mikroskopijne zasiedlające wybrane jaskinie Karpat Zachodnich (Słowacja)	65
Rafał Ogórek, Mariusz Dyląg Dermatofity występujące w jaskini Harmanecká (Słowacja)	67
Jacek Pawlak, Marcin Błaszczak, Helena Hercman Last interglacial climate variability observed in stalagmites from Central and South Eastern Europe	69
Przemysław Sala Hiatusy w naciekach jaskiniowych – rodzaje, geneza i znaczenie paleośrodowiskowe	70
Grzegorz Sikora, Magdalena Kubicz, Joanna Kocot-Zalewska Nicień z wybranych jaskiń Polski	73
Artur Sobczyk, Jacek Szczygieł Zapis historii paleonaprzeń w Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie	75
Krzysztof Stefaniak, Urszula Ratajczak, Adam Kotowski Szczątki jeleniowatych (<i>Cervidae</i>, <i>Mammalia</i>) z polskich stanowisk jaskiniowych i ich znaczenia biostratygraficzne i paleoekologiczne	76
Magdalena Sudoł-Procyk, Maciej T. Krajcarz, Magdalena Krajcarz, Michał Wojenka, Andrzej Tyc, Maciej Mendecki Schronisko w Dolinie Udorki I (gm. Wolbrom, woj. małopolskie). Wstępne wyniki badań oraz perspektywy na przyszłość	78
Jacek Szczygieł, Artur Sobczyk, Michał Gąsiorowski, Helena Hercman KATASTROFA! Co zniszczyło nacieki w Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie?	81
Andrzej Tyc, Krzysztof Gaidzik, Jerzy Żaba, Andrzej Paulo, Justyna Ciesielczuk Jaskinie i leje zapadliskowe w trawertynach Huambo (Zachodnia Kordyliera, Andy, Peru) – uwagi genetyczne	83
Jan Urban Geneza i rozwój jaskiń w rejonie Doliny Dolnej Wisły	85
Wojciech Wróblewski Globalne zmiany klimatu w świetle badań mikroklimatycznych wybranych jaskiń Tatr Zachodnich – wstępne wyniki badań	88

**Program obrad 52. Sympozjum Speleologicznego
Toruń 11–14 października 2018**

10.10.2018 r. (środa)

- 16.00-19.00 Rejestracja uczestników
19.00 Kolacja

11.10.2018 r. (czwartek)

- 7.30-8.30 Śniadanie
8.00-9.00 Rejestracja uczestników
9.00-17.30 Sesja terenowa A
17.00-19.00 Rejestracja uczestników c. d.

18.00-18.10 Otwarcie sympozjum
18.10-18.40 *Prorektor UMK prof. dr hab. Wojciech Wysota* – wykład otwierający sympozjum
18.40-19.10 *Izabela Jamorska, Tomasz Karasiewicz* – Atrakcje geoturystyczne
19.10-19.40 *Jan Urban* – Geneza i rozwój jaskiń w rejonie Doliny Dolnej Wisły
Doliny Dolnej Wisły
20.00 Kolacja
21.00 Nocne zwiedzanie fortu z przewodnikiem

12.10.2018 r. (piątek)

- 7.30-8.30 Śniadanie
8.00-11.00 Rejestracja uczestników

9.00-9.15 *Elżbieta Dumnicka* – Wody podziemne jako siedlisko życia bezkręgowców
9.15-9.30 *Joanna Kocot-Zalewska* – Bezkręgowce lądowe jaskiń Polski – 100-lecie badań
9.30-9.45 *Rafał Ogórek* – Grzyby mikroskopijne zasiedlające wybrane jaskinie
Karpat Zachodnich (Słowacja)
9.45-10.00 *Rafał Ogórek, Mariusz Dyląg* – Dermatofity występujące w jaskini Harmenackà (Słowacja)
10.00-10.15 *Adrian Marciszak* – Kopalna fauna jaskiń Góry Połom
(Góry Kaczawskie, SW Polska)
10.15-10.30 Dyskusja
10.30-11.00 Przerwa kawowa

11.00-11.15 *Miroslav Kudla* – Historické pramene k vývoju záujmu o jaskyne Liptova
11.15-12.00 *Lubica Luhová* – Detection of permafrost based on cryogenic phenomena in caves
11.30-11.45 *Grzegorz Kłys, Aleksandra Ziarkiewicz, Bronisław Wojciech Wołoszyn* – Wrota piekieł
11.45-12.00 *Andrzej Tyc, Krzysztof Gaidzik, Jerzy Żaba, Justyna Ciesielczuk, Andrzej Paulo* – Jaskinie
i leje zapadliskowe w trawertynach Huambo (Zachodnia Kordyliera, Andy) –
uwagi genetyczne
12.00-12.15 *Michał Gradziński, Pavel Bella, Peter Holúbek* – Jaskinie konstrukcyjne w martwicach
wapiennych i trawertynach – zarys problematyki
12.15-12.30 *Jacek Pawlak, Marcin Błaszczak, Helena Hercman* – Klimat ostatniego interglacjału
rekonstrukcja w oparciu o stalagmity z Europy Centralnej i Południowo-wschodniej
12.30-12.45 Dyskusja
13.00-15.00 Obiad (w trakcie przerwy o 14.00ienne zwiedzanie fortu)

15.00-15.15 *Magdalena Sudol-Procyk, Maciej T. Krajcarz, Magdalena Krajcarz, Michał Wojenka,*
Andrzej Tyc, Maciej Mendecki – Schronisko w Dolinie Udorki I (gm. Wolbrom,
woj. małopolskie). Wstępne wyniki badań oraz perspektywy na przyszłość
15.15-15.30 *Michał Banaś* – Termografia osuwiska nad schroniskiem skalnym
w Klifie Orłowskim
15.30-15.45 *Mateusz Golicz, Jacek Szczygiel* – Fotogrametryczny model jaskini i jego wykorzystanie
w geologii i geomorfologii

15.45-16.00	<i>Dariusz Bartoszewski</i> – Fotogrametryczne „skanowanie” jaskiń jako alternatywa dla skanów laserowych na przykładzie wybranych jaskiń Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Prace wykonane w ramach projektu STERIO
16.00-16.15	Dyskusja
16.15-16.30	Przerwa kawowa
16.30-16.45	<i>Artur Sobczyk, Jacek Szczygieł</i> – Zapis historii paleonaprężeń w Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie
16.45-17.00	<i>Jacek Szczygieł, Artur Sobczyk, Michał Gąsiorowski, Helena Hercman</i> – KATASTROFA! Co zniszczyło nacieki w Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie?
17.00-17.15	<i>Grzegorz Klaszek, Tomasz Mleczek</i> – Eksploracja i inwentaryzacja jaskiń polskich Karpat Fliszowych (sierpień 2017 – lipiec 2018)
17.15-17.30	Dyskusja
17.30-18.00	Sesja posterowa
18.00-19.00	Zebranie sprawozdawcze Sekcji Speleologicznej Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika
20.00	Uroczysta kolacja

13.10.2018 r. (sobota)

7.00-8.00	Śniadanie
8.00-18.00	Sesja terenowa B
20.00	Kolacja grillowa/ognisko

14.10.2018 r. (niedziela)

7.30-8.30	Śniadanie
09.00-13.00	Sesja terenowa C
13.00	Zakończenie Sympozjum

SESJE TERENOWE

Sesja terenowa A (czwartek 11.10.2018 w godzinach 9.00-17.30)

- A1 – Fort IV (miejsce rozpoczęcia sesji)
- A2 – Kopalnia soli w Kłodawie (godz. 10.40 zbiórka wszystkich uczestników sesji w budynku Biura Obsługi Ruchu Turystycznego, patrz dalej ten komunikat)
- A3 – Park Kulturowy Wietrzychowice

Sesja terenowa B (sobota 13.10.2018 w godzinach 8.00-18.00)

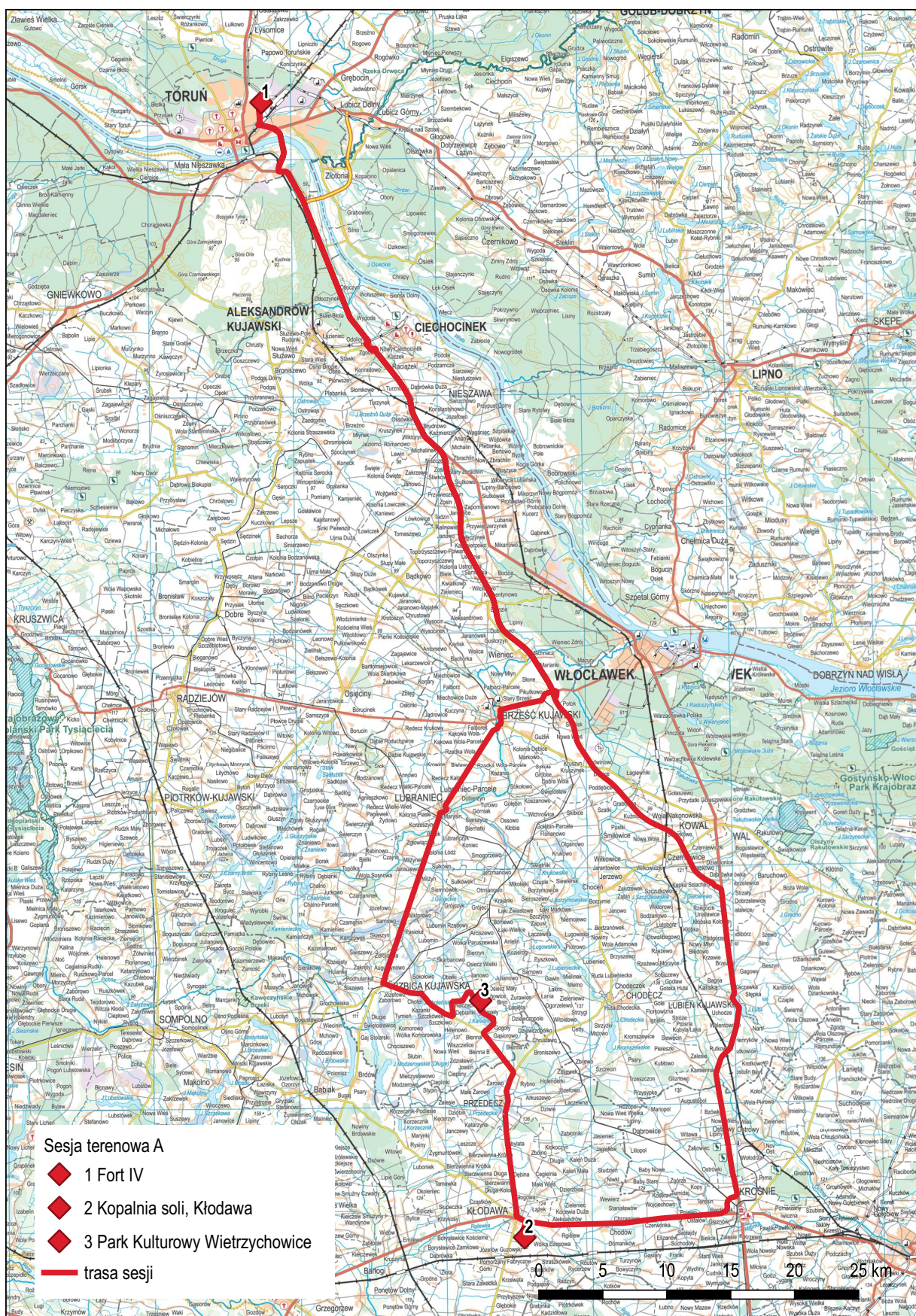
- B1 – Fort IV (miejsce rozpoczęcia sesji)
- B2 – Jaskinie Bajka I i II w Gądeczu
- B3 – Jaskinie w Parowie Cieleżyńskim, Osuwiska Doliny Dolnej Wisły
- B4 – Zagroda Mennonicka w Chrystkowie
- B5 – Stary Młyn w Grucznie
- B6 – Jaskinia Pod Wierzbą, Jaskinia Klonowa (Jaskinie w żwirowni na osiedlu Nowa Wieś w Grudziądzu)
- B7 – Kałdus, Góra Św. Wawrzyńca
- B8 – Torfowisko Linje

Sesja terenowa C (niedziela 14.10.2018 w godzinach 9.00-13.00)

- C1 – Stary Rynek – pomnik Mikołaja Kopernika (miejsce rozpoczęcia sesji)
- C2 – Stare miasto w Toruniu
- C3 – Ruiny Zamku Krzyżackiego
- C4 – Most Pauliński

W przypadku wycieczek A i B organizatorzy zapewniają transport dla osób zadeklarowanych w formularzu zgłoszeniowym.

SESJA TERENOWA A



Fort IV – Kopalnia Soli w Kłodawie – Park Kulturowy Wietrzychowice – Fort IV

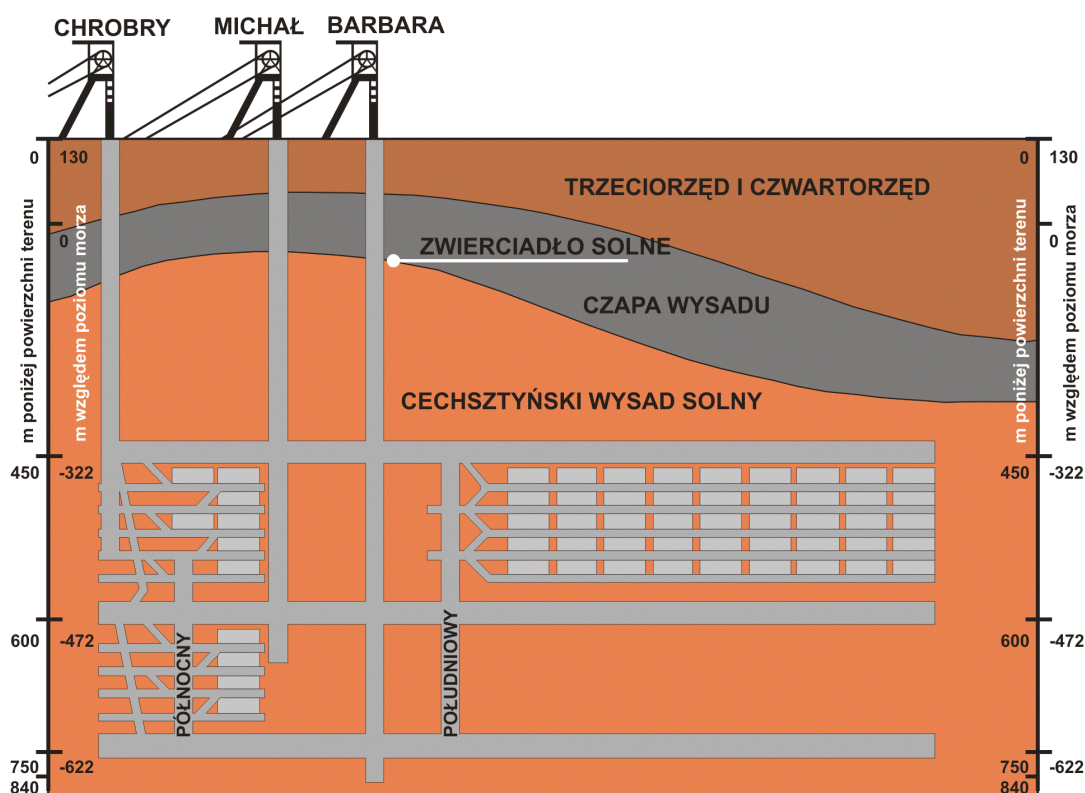
Kopalnia soli w Kłodawie

Arkadiusz Krawiec¹

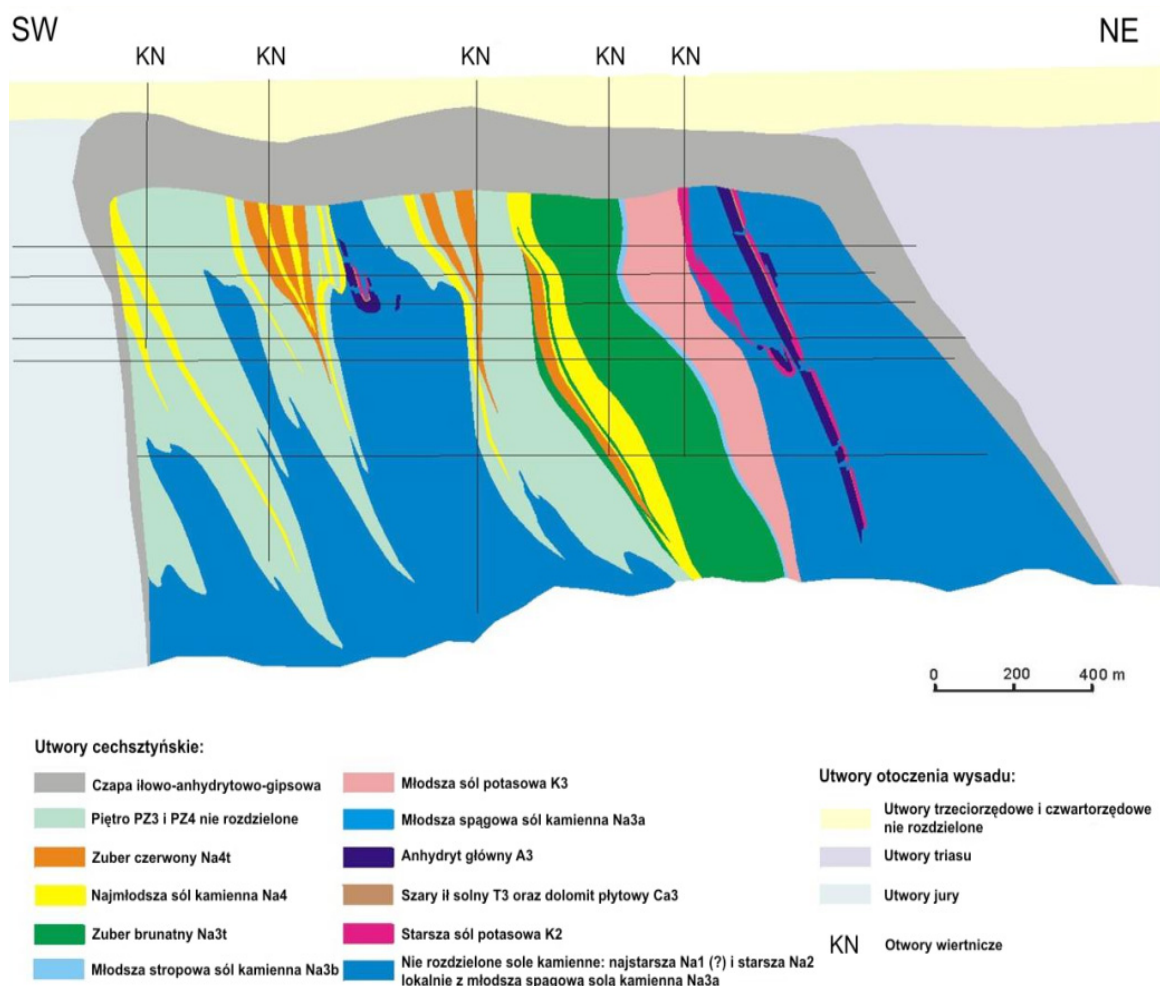
¹ Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;
arkadiusz.krawiec@umk.pl

Bezpośrednie stwierdzenie złoża soli otworem wiertniczym nastąpiło w 1947 r. Wkrótce potem podjęto drażnienie pierwszego szybu Michał, o głębokości 630 m (budowa od 1950 do 1955 r.) Następny szyb Barbara, który sięga do głębokości 838 m zgłębiono w 1965 r. Ostatni szyb wentylacyjny Chrobry, o głębokości 543 m, oddano do użytku w 1971 r. Kopalnia ma również dwa szyby ślepe: południowy - łączy poziomy 525 m i 750 m, a północny - poziomy 450 m i 750 m.

Wysad solny Kłodawa to centralny odcinek grzbietu solnego, którego spąg sięga ok. 6000 m, strop natomiast w niektórych miejscach sięga powierzchni terenu. Ma on długość 26 km, szerokość jest zmienna i waha się od ok. 5 km u podstawy do ok. 2 km w części przypowierzchniowej.



Ryc. 1. Schematyczny przekrój poprzeczny przez kopalnię w Kłodawie



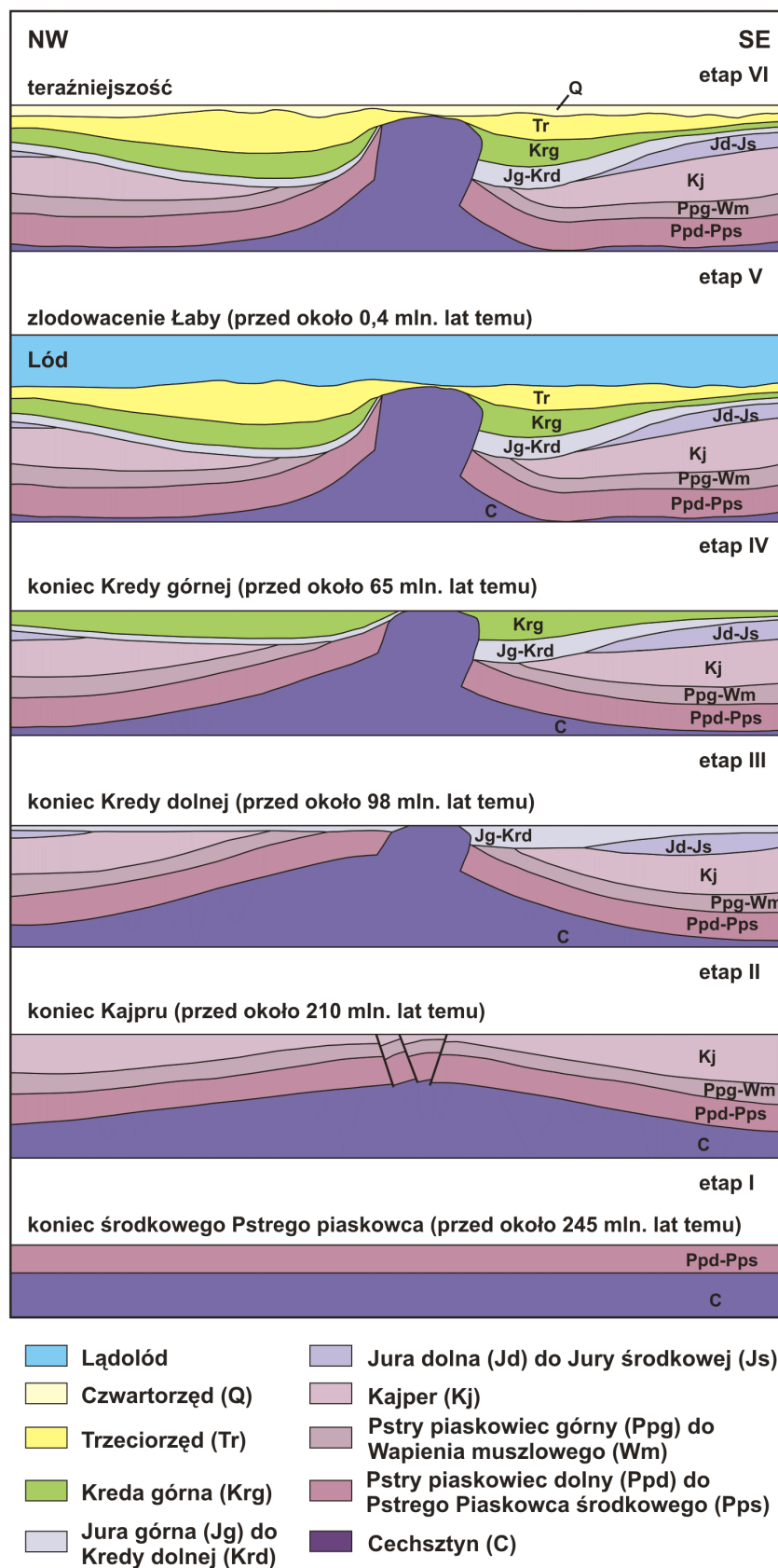
Ryc. 2. Przekrój poprzeczny przez wysad solny Kłodawy wg S. Burligi

Struktury te zaczęły się formować przed około 250 milionami lat. W wyniku odparowywania wód morza cechsztyńskiego (ewaporacji) zaczęły wytrącać się minerały solne.

W czterech cyklotemach (Werra, Strassfurt, Leine, Aller) odkładane były ily solne, dolomity, wapienie, anhydryty i różnego rodzaju sole. Formacje cechsztyńskie przykryte zostały młodszymi utworami triasu, jury, kredy, trzeciorzędu i czwartorzędu. Pod ciężarem nadkładu zaczęły migrować ku górze plastyczne utwory solne, które w odróżnieniu od skał nadkładu charakteryzowały się mniejszą gęstością. Zjawisko to nosi nazwę halokinezy.

Wysad kłodawski jest częścią antykliny, ciągnącej się na długości 60 km od Izbicy Kujawskiej do Solcy Wielkiej. Jest największym wysadem solnym na Niżu Polskim. W kopalni kłodawskiej wydobywa się: starszą sól kamienną, młodszą spagową sól kamienną oraz najmłodszą sól kamienną (białoróżową). Pozyskuje się również niewielkie ilości soli potasowo-magnezowych (karnalit kizerytowy). Eksploatację prowadzi się na głębokości 600 - 750 metrów. Łączna objętość komór wynosi ponad 15 mln m³ a łączna długość wyrobisk przekracza 400 km. Średnia zawartość NaCl w pozyskiwanym urobku wynosi od 94 do 98%.

Trasa turystyczna działa w kopalni od 2004 r. Zjazd na poziom -600 odbywa się windą z prędkością 6 m/s (ok. 1,5 min.). Temperatura w zwiedzanych wyrobiskach to około 17-19 °C. Łączny czas zwiedzania – do 3 godzin.



Ryc. 3. Schemat halokinezy

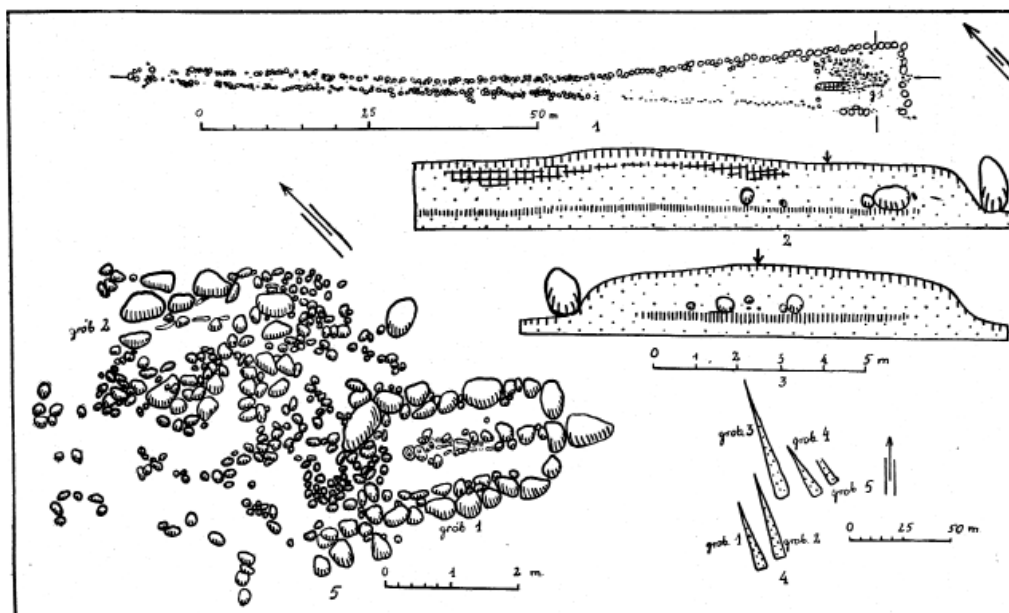
Park Kulturowy Wietrzychowice. Monumentalne grobowce społeczności wczesnorolniczych na Kujawach

Kamil Adamczak¹

¹ Instytut Archeologii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Szosa Bydgoska 44/48, Toruń 87-100; adamczak@umk.pl

W południowej części Kujaw zachowały się monumentalne kopce grobowe w obstawach kamiennych, które są określane jako grobowce kujawskie. Na ziemiach polskich budowle takie wznosiły wspólnoty wczesnorolnicze w okresie od 5800 do 5300 lat temu (około 3800-3300 p.n.e.). Po tym okresie taka tradycja grzebalna zanikła w dorzeczach Odry i Wisły. Natomiast bardzo dynamicznie rozwijała się w zachodniej i południowej Europie, gdzie społeczności prehistoryczne budowały megality jeszcze przez kolejne dwa tysiąclecia. Znamy stamtąd tysiące budowli kamiennych wnoszonych w celach funeralnych, sakralnych i jako obserwatoria astronomiczne.

Najbardziej znane stanowiska archeologiczne z monumentalnymi grobowcami w Polsce są położone na gruntach wsi Gaj Stolarski, Sarnowo i Wietrzychowice. Na wszystkich znajdują się zgrupowania konstrukcji kamienno-ziemnych, które tworzą cmentarzyska złożone



Ryc. 1. Wietrzychowice plan stanowiska: 1 – cmentarzyska grobowców kujawskich oraz plan i przekroje grobowca 3 oraz plan grobu 1 i 2 (Chemielewski 1952, s. 94, ryc. 61)

z kilku budowli. Grobowce kujawskie mają formę wydłużonego trójkąta równoramiennego od 12 do niemal 150 m długości (por. np. ryc. 1). Zarys grobowców zwykle wyznaczają obudowy utworzone z jednego rzędu głazów narzutowych o różnej wielkości. Wysokość najlepiej zachowanych obiektów dochodzi do 1,5 m, a pierwotnie mogło to być nawet 3-3,5 m. Podstawę grobowców określa się jako czoło (do 12 m szerokości), a zwężający wierzchołek nazywany jest ogonem. Czoło grobowca miało najbardziej monumentalny charakter. Tu osadzane były największe głazy (o masie do kilku ton), a między nimi usypywano ziemny nasyp. W tym miejscu, pod nasypem, umiejscowiona była jama grobowa - jedna lub rzadziej dwie, którą przeznaczano zwykle dla pojedynczych pochówków. W partiach czołowych niektórych grobowców odkry-

wane są również relikty konstrukcji drewnianych, tzw. kaplice, spełniające funkcje sakralne. Niektórzy badacze uważają, że odbywały się tam ceremonie ku czci przodków. Mają o tym świadczyć znajdowane w ich obrębie pozostałości uczt pogrzebowych i paleniska. Badania antropologiczne szkieletów z grobowców kujawskich wskazują, że były one wznoszone przede wszystkim dla mężczyzn w wieku dojrzałym. Zaledwie jeden grobowiec z tego regionu był przeznaczony dla kobiety (w wieku około 70 lat), a w innym ujawniono pochówek podwójny: kobiety i mężczyzny w wieku maturus. Monumentalny charakter grobowców, które były przeznaczone zwykle dla jednego reprezentanta grupy społecznej, często w zaawansowanym wieku jak na epokę neolitu (średnia długość życia to 25-30 lat), mogą wskazywać, że budowle były przeznaczane dla wyróżniających się osób w obrębie wspólnot lokalnych. Przyjmuje się, że osoby te pełniły ważne społecznie funkcje, np. przywódców grupowych, kapłanów/kapłanek, członków starszyny rodowej czy wojowników. Wyróżnione przez współplemieńców pochówki były skromnie wyposażane. W większości przypadków jamy grobowe nie zawierały żadnych darów, a w pozostałych odkrywano pojedyncze naczynia ceramiczne, łyżkę kościaną, sztylet miedziany albo noże i drobne odłupki krzemienne (Chmielewski 1952; Papiernik Płaza 2017).

Neolityczne grobowce były niszczone i przekształcane przez tysiąclecia, a w XIX w. rozkopywane przez starożytników. Lokalna ludność kujawska w XIX w. odczuwała respekt do tych miejsc, nazywając je żalami – porzuconymi mogiłami z zamierzchłych czasów, pełnych niebezpiecznych mocy. Inni widzieli w tych konstrukcjach groby olbrzymów. Naukowe badania archeologiczne na monumentalnych grobowcach z Kujaw zostały zainicjowane w początku XX w. (ryc. 2) i są kontynuowane do dzisiaj, zwłaszcza przez badaczy z łódzkiego ośrodka archeologicznego (K. Jażdżewski, W. Chmielewski, H. Wiklak, L. Gabałówna, I. Jadczyk, Z. Kapica, S. Rzepecki, L. Domańska, P. Papiernik i D.K. Płaza).



Ryc. 2. Grupa pracowników na tle zrekonstruowanego grobowca 3 w Wietrzychowicach, prawdopodobnie 1936 r. (ze zbiorów Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi; Papiernik, Płaza 2017, s. 31)



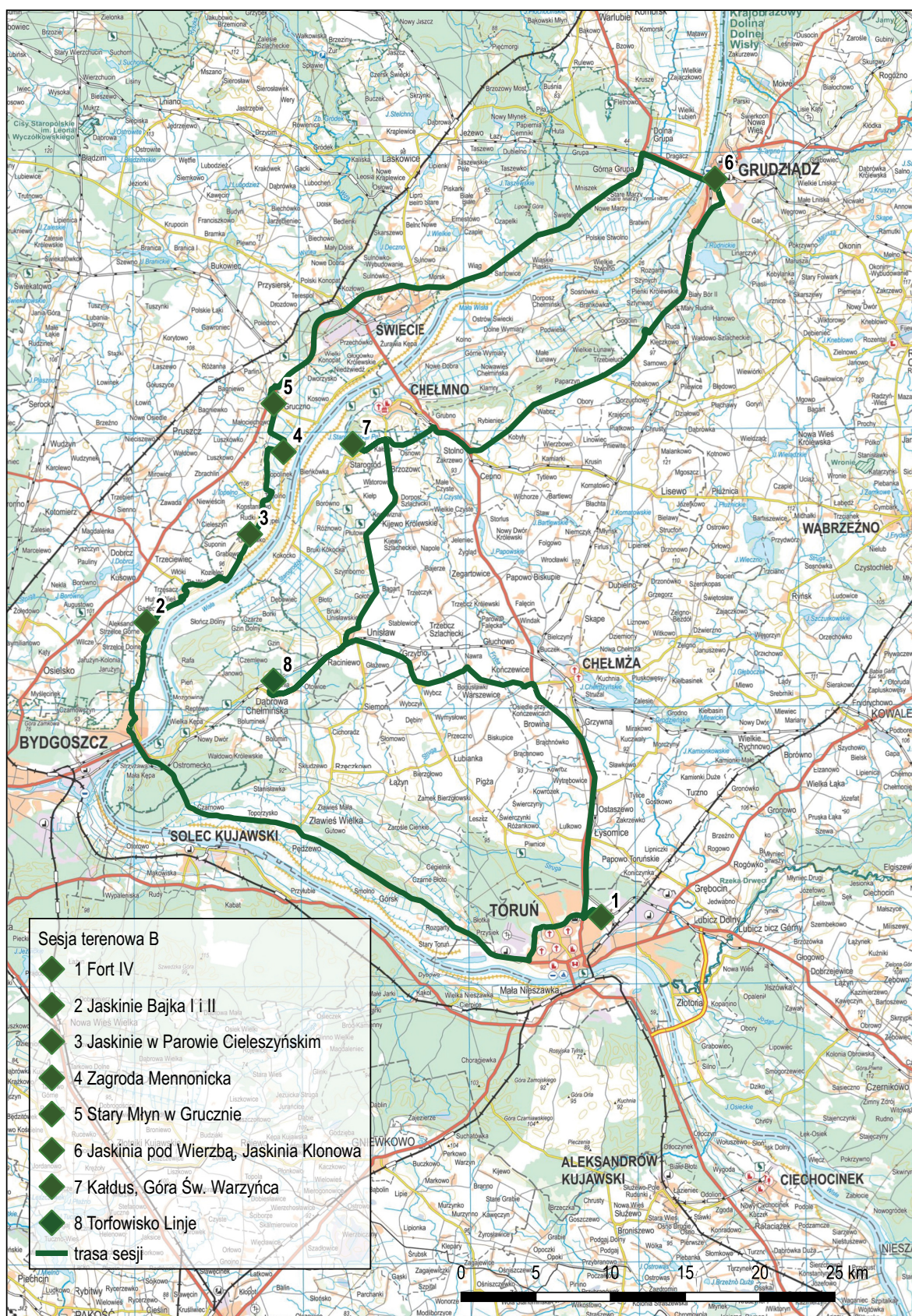
Ryc. 3. Wietrzychowice, stanowisko 1. Grobowiec kujawski (fot. Łukasz Czyżewski)

Park Kulturowy Wietrzychowice powstał w 2006 r. w celu ochrony zgrupowania pięciu grobowców kujawskich w Wietrzychowicach (ryc. 3) i jednego w miejscowości Gaj Stolarski. Cmentarzysko grobowców kujawskich w Wietrzychowicach jest obecnie najlepiej przygotowane do obsługi ruchu turystycznego na stanowiskach z tego typu konstrukcjami w Polsce.

Literatura

- Chmielewski, W., 1952. Zagadnienie grobowców kujawskich w świetle ostatnich badań (Biblioteka Muzeum Archeologicznego w Łodzi, 2), Muzeum Archeologiczne w Łodzi, Łódź.
- Papiernik, P., Płaza, D. K., 2017. Park kulturowy Wietrzychowice. Na Europejskim szlaku megalitów, Fundacja Badań Archeologicznych Imienia Profesora Konrada Jażdżewskiego, Muzeum Archeologiczne i Etnograficzne w Łodzi, Łódź.

SESJA TERENOWA B



**Fort IV – Jaskinia Bajka I i II – Jaskinie w Parowie Cieleżyńskim –
Osuwiska Doliny Dolnej Wisły – Gruczno – Jaskinie w żwirowni
na osiedlu Nowa Wieś w Grudziądzu – Kaldus, Wzgórze Św. Warzyńca –
Torfowisko Linje – Fort IV**

Jaskinie Doliny Dolnej Wisły cz. 1

Jan Urban¹

¹ Instytut Ochrony Przyrody PAN, 31-120 Kraków, al. A. Mickiewicza 33; urban@iop.krakow.pl

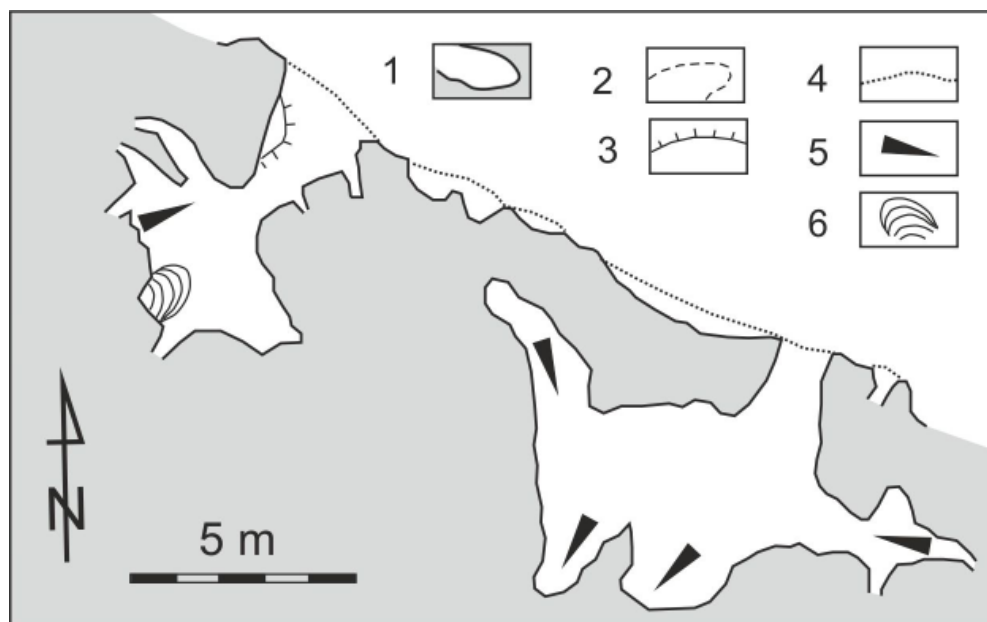
W Dolinie Dolnej Wisły zinwentaryzowano dotąd formalnie sześć obiektów jaskiniowych położonych w trzech miejscach: jaskinie Bajka I i Bajka II w Gądeczu, Cieleżyńską Jamę i Okap Cieleżyński w Parowie Cieleżyńskim oraz Jaskinię Klonową i Jaskinię pod Wierzbą w dawnej żwirowni na osiedlu Nowa Wieś przy ul. Klonowej w Grudziądzu (Urban 2015). Wszystkie te obiekty będą przedmiotem obserwacji podczas wycieczki sympozjalnej. W okolicach Grudziądza, ale wyraźnie już poza doliną Wisły są jeszcze dwa niewielkie obiekty tego typu: Płaska Nisza w Białochowie oraz Ciasna Dziura w miejscowości Rogoźnio-Zamek. Obie mają po 2 m długości. W internecie znajdują się jeszcze informacje, o co najmniej jednym obiekcie – Jaskini Morusa w Płocku.

Jaskinie Bajka I oraz Bajka II w Gądeczu

Obie jaskinie zlokalizowane są blisko siebie w górnej części zbocza wąwozu uchodzącego do doliny Wisły. Długość ciągu pomiarowego w Bajce I wynosi 19 m, zaś w Bajce II – 10 m i obu przypadkach te długości mniej więcej odzwierciedlają wielkość obiektów. Naturalne otwory jaskiń znajdują się w górnej części nieregularnej ściany skalnej, która jest odsłonięciem pakietu piaskowcowego. Otwór wschodni wprowadza do jaskini Bajka I, podczas gdy otwór zachodni jest wejściem do jaskini Bajka II. Niski korytarzyk o długości 2 m, rozpoczynający się w otworze tej pierwszej jaskini, wprowadza do niskiej salki o nieregularnym kształcie. Z salki w kierunku wschodnim i północno-zachodnim wychodzą dwa korytarzyki, które jednak szybko się zacieśniają, zaś kierunku południowym salka przechodzi w opadające w dół nisze. Otwór jaskini Bajka II jest nieco szerszy niż w przypadku jaskini Bajka I, ale rozpoczynający się w nim korytarzyk o długości 2,5 m szybko się zmniejsza oraz obniża wprowadzając do równie niskiej, niewielkiej salki (ryc. 1, 2; Baryła i in. 1998).

Obie jaskinie mają nierówne piaskowcowe stropy oraz ściany, zaś ich dno pokryte jest piaskiem. W południowo-zachodniej części salki jaskini Bajka II, w miejscu kapania wody występują dwie duże kalcytowe formy naciekowe: duży stożkowy stalagmit i nieregularna polewa przechodząca w niewielki stalaktyt. Przy otworach jaskinie są suche i jasne, w głębi jednak – wilgotne i ciemne. Występują w nich pająki, muchówki i komary (Baryła i in. 1998).

Jaskinie występują w osadach kompleksu piasków i glin zwałowych zlodowacenia północnopolskiego (Kordowski 2015). Powstały w rezultacie obniżania się warstwy luźnych piasków (w ich podłożu), stymulowanego dodatkowo wysiękiem wodnym ze zbocza. W takich warunkach pustki tworzyły się pomiędzy górnym, sztywnym pakietem piaskowców a stropem niższych piasków. Datowania uranowo-torowe kalcytu z jaskini Bajka II wskazują na jego młody,



Ryc. 1. Plany jaskiń Bajka I oraz Bajka II (wg Baryła i in. 1998 oraz Urban 2015). Objaśnienia oznaczeń: 1 – kontur jaskini (kolorem szarym zaznaczono otaczający jaskinię maszyn skalny), 2 – ściana korytarza w obrębie konturu jaskini, 3 – skarpa wewnątrz jaskini, 4 – kontur okapu otworu jaskini, 5 – kierunek nachylenia dna jaskini, 6 – naciek kalcytowy



Ryc. 2. Jaskinia Bajka I i II. Stan obecny (wrzesień 2018; fot. Ł. Czyżewski)

nie więcej niż kilkusetletni wiek i wydaje się, że jaskinie nie są wiele starsze (Urban i in. 2007; Urban 2015).

Jaskinie znane były okolicznym mieszkańcom od dawna. Zostały objęte ochroną jako pomnik przyrody przed 1992 r. (Alexandrowicz i in. 1992), zaś opisane i skartowane w 1998 r. (Baryła i in. 1998; Urban 2000). W 2006 r. przeprowadzono ich szczegółowe badania naukowe (Urban i in. 2007). Trzeci udokumentowany to obiekt jaskiniowy, Borsucza Nora (Baryła i in. 1998) okazał się (jak od początku uważał autor) rzeczywiście norą zwierzęcą i nie istniał już w 2006 r.

Jaskinie w Parowie Cieleżyńskim

Parów Cieleżyński to głęboki wąwóz a niżej parów i jar o długości około 3 km, który rozcina zachodnie zbocze doliny Wisły zbudowane w tej części z piasków i glin zlodowacenia północnopolskiego (Kordowski 2005). Wąwóz jest całkowicie zarośnięty lasem i krzewami

oraz silnie rozgałęzione, więc znalezienie w jego bocznych odnogach odsłoneń piaskowców nie jest łatwe. Mimo to znane one były okolicznym mieszkańcom i uważane za ważne i chronione obiekty przyrodnicze. Oba obiekty jaskiniowe Parowu Ciele-szyńskiego zostały zinwentaryzowane

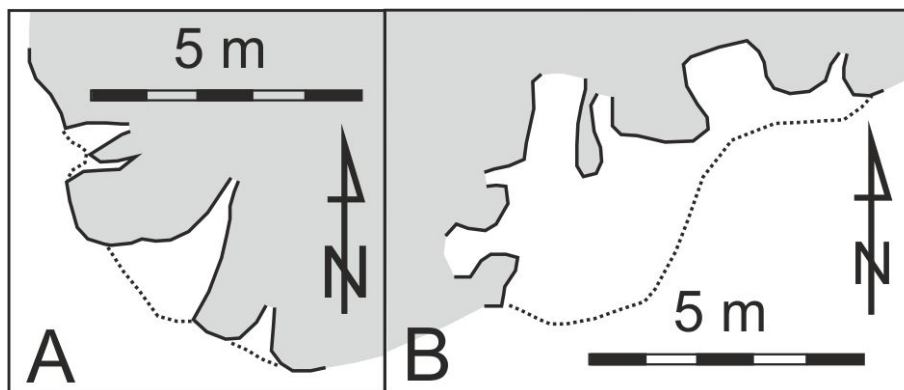
i udokumentowane latem 2006 r. na podstawie informacji pracownika Zarząd Zespołu Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwiślańskiego, R. Gonii (Urban 2007).

Oba obiekty jaskiniowe to głębokie nisze występujące w dolnych częściach ścian skalnych zbudowanych z piaskowców. Ciele-szyńska Jama to niska trójkątna nisza o długości 2 m, w niewielkim progu skalnym (pozostałe nisze w tym progu nie mają rozmiarów odpowiednich dla obiektu jaskiniowego). Natomiast Okap Ciele-szyński to zespół nisz występujących na różnych wysokościach, przykrytych wspólnym okapem w większym, bardzo nieregularnym progu (ryc. 3). Dna obu obiektów tworzą piaski przykryte w wielu miejscach liśćmi. Oba obiekty są typowymi schroniskami, w zasadzie jasnymi i pozbawionymi jaskiniowych cech mikroklimatycznych (Urban 2007, 2015).

Nisze powstały w rezultacie grawitacyjnego (osypywanie, spelzowanie) lub erozyjnego (zmywanie, wywiewanie) odprowadzenia luźnego materiału piaszczystego ze strefy granicznej skał zwięzłych (piaskowców) oraz luźnych (piasków), być może też z udziałem wietrzenia mniej zwięzłych elementów piaskowcowych. Granica piaskowce-piaski jest bardzo nierówna, z licznymi elementami wypukłymi i wklęsłymi, dzięki czemu po odprowadzeniu piasków powstawały liczne nisze.

Literatura

- Alexandrowicz, Z., Kućmierz A., Urban J., Otęska-Budzyn J. 1992. Waloryzacja przyrody nieożywionej obszarów i obiektów chronionych w Polsce. Państw. Inst. Geologiczny, Warszawa, ss. 140.
- Baryła, J., Urban, J., Zagórski, S., 1998. Jaskinie Niżu Polskiego. Wyd. Pol. Tow. Przyj. Nauk o Ziemi, Warszawa, ss. 51.
- Kordowski, J., 2015. Morfogeneza Doliny Dolnej Wisły. W: Pająkowski J. (red.) Zespół Parków Krajobrazowych Nadwiślańskiego i Chełmińskiego t. 1. Pol. Wyd. Rekl., Toruń: 19–29.
- Urban, J., 2000. Skałki i jaskinie piaskowcowe na Niżu Polskim. *Przegląd Geologiczny*, 48(5): 409–411.
- Urban, J., 2007. Jaskinie w Dolinie Dolnej Wisły. *Jaskinie* 2 (47): 31–32.
- Urban, J., 2015. Jaskinie w rejonie Doliny Dolnej Wisły. W: Pająkowski J. (red.) Zespół Parków Krajobrazowych Nadwiślańskiego i Chełmińskiego t. 1. Pol. Wyd. Rekl., Toruń: 138–144.
- Urban, J., Ciborowski, T., Paternoga, R., Hercman, H., Sujka, G., 2007. The genetical types of caves in the Polish Lowlands. *Nature Conservation* 63 (7): 85–94.



Ryc. 3. Plany schronisk skalnych Ciele-szyńska Jama (A) oraz Okap Ciele-szyński (B) (wg Urban 2007 i 2015). Objasnienia oznaczeń – patrz ryc. 1

Osuwiska Doliny Dolnej Wisły

Landslides in Lower Vistula Valley

Sebastian Tyszkowski¹

¹ Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, ul. Kopernika 19, 87-100 Toruń, sebtys@wp.pl

Osuwiska, niezależnie od miejsca w którym powstają, zawsze stanowią swego rodzaju osobliwość, zarówno pod względem ściśle geologicznym, jaki i ogólnoprzyrodniczym.

Do powstania osuwisk dochodzi wskutek zmian równowagi sił tarcia w gruncie i siły ciężkości prowadzący do przemieszczania grunt-skał w dół stoku. Zjawiska te mogą występować w sposób nagły lub powolny, liczony w milimetrach rocznie. Każdorazowo jednak skutkują zmianami w krajobrazie, modelując środowisko i często wpływając na działalność człowieka.

W Polsce poza obszarem karpackim, Sudetami i terenami nadmorskimi osuwiska występują sporadycznie. Na nizinach stanowią one rzadkość, a ich obecność powiązana jest niemal wyłącznie ze strefami krawędziowymi dużych dolin rzecznych.

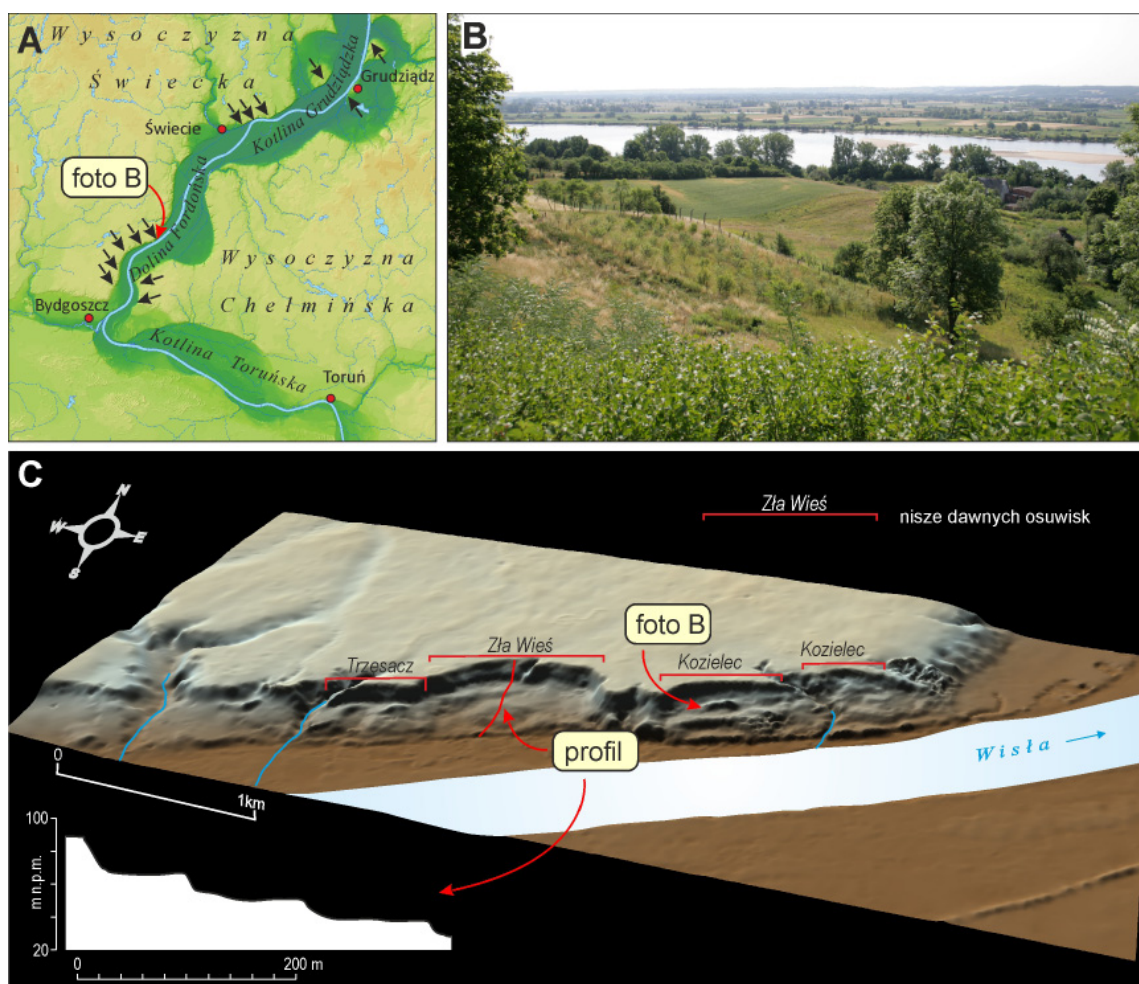
Przykładem takiego obszaru osuwiskowego jest dolina dolnej Wisły (Tyszkowski 2012a, 2012b, 2015). Miejscami koncentracji ruchów masowych są przede wszystkim brzegi Zbiornika Włocławskiego, jak również okolice Strzelec Dolnych, Trzęsacza, Ostromecka, Świecia czy też Opalenia. Obszar ten, dotychczas niemal nie eksplorowany szczegółowo pod kątem obecności osuwisk, kryje różnorodność ruchów masowych, zarówno tych dawnych, nieaktywnych, jak i zachodzących współcześnie.

Podstawową przyczyną występowanie ruchów masowych na omawianym obszarze jest zespół czynników morfologicznych i geologicznych. Jednym z nich jest duże nachylenie zboczy wynoszące od 9 do nawet ponad 50 stopni, oraz znaczne wysokości względne dochodzące do 60 metrów. Kolejnym jest obecność utworów spoistych tj. glin i ilów, których cechą jest duża podatność na uplastycznienie pod wpływem zwiększonej wilgotności, co w efekcie prowadzić może do powstania powierzchni poślizgu. Szczególnie predysponowane pod tym względem są ily plicieńskie występujące między Fordonem a Kozielcem.

W wyniku przeprowadzonego kartowania na odcinkach między Jarużynem a Kozielcem, w okolicach Świecia oraz w pobliżu Ostromecka stwierdzono obecność ponad 200 osuwisk. Większość z nich to formy aktywne w okresie ostatnich kilku dziesięcioleci. Wiele z nich to osuwiska o rozmiarach nie przekraczających 1000 m², przy czym nie brakuje takich zajmujących kilkanaście hektarów.

Duża siła erozji Wisły, połączona z okresami znacznych wezbrań, staje się przyczyną powstawania rozległych osuwisk, które są w stanie całkowicie przemodelować zbocze jak to miało miejsce w okolicach Wiągu (Tyszkowski 2012a).

Szczególnie interesującymi formami terenu są dawne nisze osuwiskowe, znajdujące się na odcinku między Trzęsaczem a Kozielcem (Tyszkowski 2012b) oraz w okolicach Ostromecka. W okolicach Złej Wsi strefa ich występowania ma długość niemal 3 kilometrów, przy zmiennej szerokości od 150 do 450 metrów. Deniwelacje między wysoczyzną a dnem doliny sięgają tu ponad 60 metrów. W krajobrazie nisze wyróżniają się głównie poprzez silnie wyrażoną skarpe główną dochodzącą do wysokości ponad 20 metrów, oraz wyraźnie pofałdowaną powierzchnię terenu. O ile moment powstania tych form związanych z kształtowaniem się doliny Wisły jest trudny do ustalenia i może wynosić kilka tysięcy lat, o tyle ich fragmenty pozostają nadal aktywne. Dzieje się tak, ponieważ zmiany w gruncie dokonujące się w trakcie powstawania starych osuwisk



Ryc. 4. Osuwiska na środkowym odcinku Doliny Dolnej Wisły: A – Rozmieszczenie obszarów o wzmożonej aktywności ruchów masowy; B – Dawne, rozległe osuwisko w Kozielcu; C – Rozmieszczenie dawnych osuwisk między Trzemeszem a Kozielcem

skutkują zwiększoną podatnością warstw geologicznych na czynniki hydrogeologiczne. Dawne powierzchnie poślizgu starych osuwisk są wykorzystane przez współczesne ruchy masowe, doprowadzając do powstania rozległych form osuwiskowych jak miało to miejsce w okolicach Złej Wsi czy Ostromecka (Tyszkowski 2015).

Z punktu widzenia ekologii, osuwiska, podobnie jak inne procesy geodynamiczne, są w większości przypadków procesami naturalnymi, od tysięcy lat wpływającymi na ukształtowanie Ziemi i stanowią element globalnego procesu przepływu energii i materii.

Literatura

- Tyszkowski, S., 2012a. Rekonstrukcja dynamiki oraz próba określenia czynników inicjujących ruchy osuwiskowe we Wiągu (dolina dolnej Wisły), *Prace i Studia Geograficzne, WGiSR UW*, 49: 211–219.
- Tyszkowski, S., 2012b. Rozmieszczenie i skala aktywności współczesnych osuwisk w dolinie dolnej Wisły na odcinku między Fordonem a Kozielcem (Polska północna) – wstępne wyniki badań, *Landform Analysis*, 20: 91–97.
- Tyszkowski, S., 2015. Osuwiska jako szczególny element środowiska przyrodniczego Doliny Dolnej Wisły. In: Pająkowski, J., (ed.) *Zespół Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwiślańskiego*. T.1, Polskie Wydawnictwo Reklamowe, Toruń, s. 132–137.

Jaskinie Doliny Dolnej Wisły cz. 2

Jan Urban¹

¹ Instytut Ochrony Przyrody PAN, 31-120 Kraków, al. A. Mickiewicza 33; urban@iop.krakow.pl

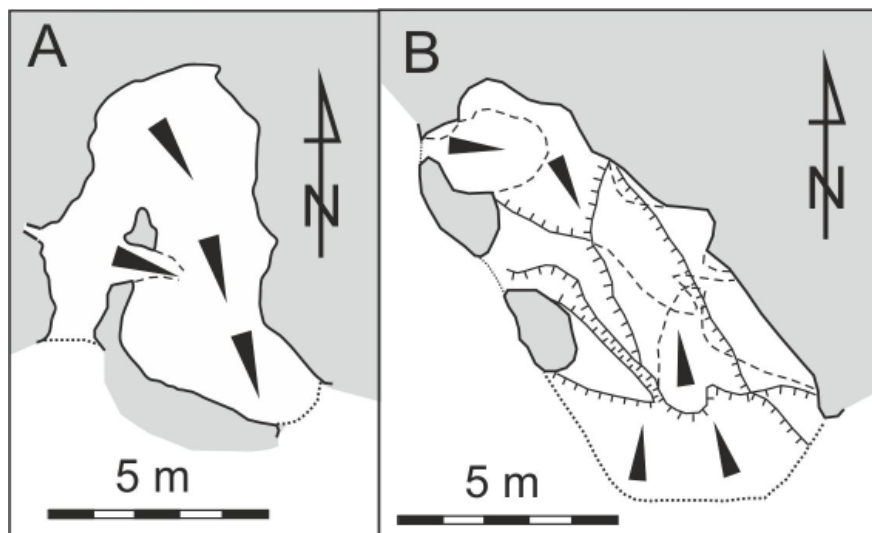
Jaskinie w żwirowni na osiedlu Nowa Wieś w Grudziądzu

Dwie jaskinie w dawnej, obecnie zarastającej żwirowni na osiedlu Nowa Wieś (ul. Klonowa) w Grudziądzu występują w czwartorzędowych zlepieńcach (należących do kompleksu piasków i glin zwałowych lub piasków kemowych zlodowacenia północnopolskiego – Kordowski 2015), które tworzą w wielu miejscach ściany żwirowni (prawdopodobnie pojawienie się zlitfikowanych zlepieńców spowodowało zakończenie eksploatacji). Jaskinia pod Wierzbą zlokalizowana jest w ścianie północnej wyrobiska, podczas gdy Jaskinia Klonowa znajduje się w ostańcu skalnym kilkanaście metrów na wschód od tej pierwszej. Jaskinia pod Wierzbą stanowi korytarz o długości 12 m, rozwijający się za bardzo wąskim otworem wejściowym i zakończony ciasnym korytarzykiem biegnącym w stronę tej samej ściany, lecz znacznie niżej i 5 m na wschód (korytarzyk ten kończyłby się oknem lub drugim otworem, lecz w tym miejscu ściana jest zakryta wtórnym gruzowiskiem). Korytarz jest więc niski i ciasny, zakręcający pod kątem prawie 180° i silnie nachylony (ryc. 5) (Baryła i in. 1998). Jaskinia Klonowa jest znacznie szerszą komorą w obrębie zlepieńców, dostępną trzema otworami, z których jeden, południowy, jest przykryty obszernym okapem. Komora ma wysokość lokalnie przekraczającą 2,5 m i długość około 10 m, lecz podzielona jest na kilka części skalnymi półkami (ryc. 5), co powoduje, że długość ciągu pomiarowego wynosi 12 m (Baryła i in. 1998).

Dna obu jaskiń pokrywa piasek z gruzem piaskowców. Jasne w części przyotworowej, w głębi jaskinie stają się silnie zacienione, ale generalnie nie mają mikroklimatu jaskiniowego: są suche i latem ciepłe (ryc. 6). Oczywiście występują w nich muchówki i pajęczaki, ale zaglądały do nich także drapieżniki typu lisa (Baryła i in. 1998).

Obie jaskinie stanowiły najprawdopodobniej zespoły soczewek niezlitfikowanego żwiru i piasku w brzeżnej strefie większego masywu zlepieńcowego. Są więc pod względem genetycznych warunków geologicznych podobne do obiektów w Parowie Cieszezyńskim, lecz większe i o ich ostatecznym wykształceniu zadecydowała działalność człowieka. Powstały bowiem najpewniej jako pustki w momencie, gdy ich obecne otwory zostały odsłonięte w ścianach żwirowni. Wówczas to luźne osady soczewek zaczęły się wysypywać otworami na zewnątrz (w przypadku Jaskini pod Wierzbą dolnym, obecnie niedostępnym otworem), co było warunkowane grawitacją, być może też erozją wodną w okresach gwałtownych opadów lub roztopów (Urban i in. 2007).

Skalne ściany dawnej żwirowni zostały objęte ochroną jako pomniki przyrody przed 1992 r. (Alexandrowicz i in. 1992), stąd też można przypuszczać, że obie jaskinie znane były od dawna, choć nie kojarzono ich ze speleologią. Latem 1998 r. zostały splanowane i udokumentowane jako jaskinie (Baryła i in. 1998; Urban 2000), natomiast w 2006 r. przeprowadzono w nich badania genetyczne (Urban i in. 2007).



Ryc. 5. Plany Jaskini pod Wierzbą (A) i Jaskini Klonowej (B) (wg Baryła i in. 1998 oraz Urban 2015).
Objaśnienia oznaczeń – patrz ryc. 1



Ryc. 6. Jaskinia Pod Wierzbą (A) i Jaskinia Klonowa (B). Stan współczesny (wrzesień 2018;
fot. Ł. Czyżewski)

Literatura

- Alexandrowicz, Z., Kućmierz, A., Urban, J., Oteńska-Budzyn, J., 1992. Waloryzacja przyrody nieożywionej obszarów i obiektów chronionych w Polsce. Państw. Inst. Geologiczny, Warszawa, ss. 140.
- Baryła, J., Urban, J., Zagórski, S., 1998. Jaskinie Nizżu Polskiego. Wyd. Pol. Tow. Przyj. Nauk o Ziemi, Warszawa, ss. 51.
- Kordowski, J., 2015. Morfogeneza Doliny Dolnej Wisły. W: Pająkowski J. (red.) Zespół Parków Krajobrazowych Nadwiślańskiego i Chełmińskiego t. 1. Pol. Wyd. Rekl., Toruń: 19–29.
- Urban, J., 2000. Skałki i jaskinie piaskowcowe na Nizżu Polskim. Przegląd Geologiczny, 48(5): 409–411.
- Urban, J., 2007. Jaskinie w Dolinie Dolnej Wisły. Jaskinie 2 (47): 31–32.
- Urban, J., 2015. Jaskinie w rejonie Doliny Dolnej Wisły. W: Pająkowski J. (red.) Zespół Parków Krajobrazowych Nadwiślańskiego i Chełmińskiego t. 1. Pol. Wyd. Rekl., Toruń: 138–144.
- Urban, J., Ciborowski, T., Paternoga, R., Hercman, H., Sujka, G., 2007. The genetical types of caves in the Polish Lowlands. Nature Conservation 63 (7): 85–94.

Wczesnośredniowieczne grodzisko w Kaldusie (Góra św. Wawrzyńca)

Wojciech Chudziak¹

¹ Instytut Archeologii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,
Szosa Bydgoska 44/48, Toruń 87-100, wojciech.chudziak@umk.pl

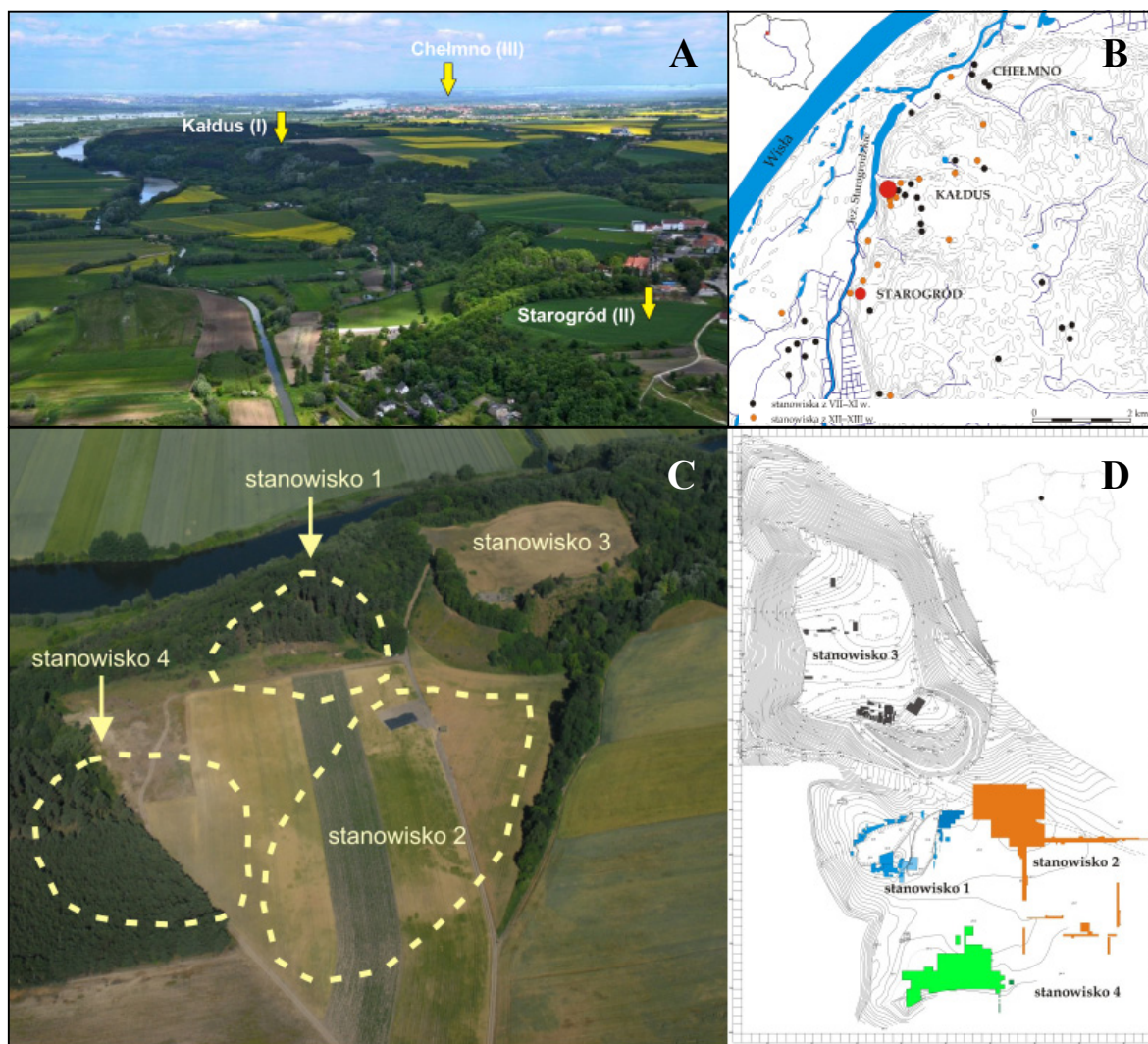
Obecnie Kaldus to niewielka wieś położona w gminie Chełmno, powiecie chełmińskim województwie kujawsko-pomorskim, cztery kilometry na południowy-zachód od współczesnego Chełmna. Znajdująca się tam Góra św. Wawrzyńca, nazwana tak od występującej w tym miejscu w XVII–XIX wieku kaplicy, we wczesnym średniowieczu, stanowiła pierwotne założenie przedlokacyjnego Chełmna. Miasto krzyżackie o tej samej nazwie zostało założone jednak o około kilometr dalej na południowy zachód na miejscu dzisiejszego Starogrodu, a następnie jeszcze dwukrotnie przenoszone aż do 1251 roku, kiedy osiągnęło dzisiejszą lokalizację.

Według regionalizacji fizycznogeograficznej (Kondracki 2002) obszar Góry św. Wawrzyńca znajduje się w środkowo zachodniej części mezoregionu Pojezierza Chełmińskiego na granicy dwóch wyraźnie się oddzielających mezoregionów geograficznych; Pojezierza Chełmińskiego, które jest wysoczyzną morenową i Kotliny Fordońskiej będącej fragmentem doliny Wisły (ryc. 7). Góra ta stanowi wał obronny dawnego grodu wznoszący się do około 18 metrów ponad otaczający teren. Jej dobrze nasłoneczniony południowy stok porasta roślinność ksero-termiczna od 1962 roku objęta ochroną rezerwatową (Ceynowa-Giełdoń 1996). Z geologicznego punktu widzenia wyniesienie to jest formą sztuczną, chociaż zasadniczy jej trzon stanowi wydma, na którą w formie nasypu nałożono kolejne warstwy (Szymańda, Lankauf, Luc 2004).

Zarys badań archeologicznych

Wieloletnie badania archeologiczne prowadzone u rejonie Góry św. Wawrzyńca wykazały (Chudziak 2003, 2010) pozostałości jednego z najbardziej znaczących ośrodków osadniczych istniejących w tej części Słowiańszczyzny Zachodniej w końcu I i w początku II tysiąclecia naszej ery. Na obszarze około 18 ha odkryto relikty dwuczłonowego grodu, przylegającej do niego rozległej osady oraz trzech cmentarzy. Wyjątkowe, w skali wschodniopomorskiej znaleziska odkryte pod Górą św. Wawrzyńca, świadczą o szczególnej randze tego miejsca. U schyłku okresu plemiennego, czyli w czasach podboju i stopniowego uzależniania tych ziem przez Piastów, znajdował się tu ważny ośrodek kultu pogańskiego, a w kolejnych dwóch stuleciach główne centrum społeczno-gospodarcze i polityczne w tej części Pomorza Nadwiślańskiego. Bardzo prawdopodobne jest, że od tego miejsca, najwyżej wypiętrzonego punktu terenowego w promieniu wielu kilometrów wywodzi się nazwa Chełmna (słow. ‘chełm’ – góra, pagórek oraz łac. odpowiednik ‘*culmen*’), jak również określenie całego terytorium z nim związanego (tj. ziemi chełmińskiej, w wersji łac. ‘*terra culmensis*’) (Chudziak 2010).

Oprócz funkcji społeczno-gospodarczych i politycznych ośrodek miał pełnić również szczególną rolę w organizacji Kościoła. Z tego samego czasu (X/XI i 1 poł. XI w.) pochodzą odkryte u podnóża Góry św. Wawrzyńca, dokładnie w miejscu sprawowania wcześniej kultu pogańskiego, relikty bazyliki o wymiarach około 36 m długości i 17 m szerokości. Budowa świątyni była oznaką potwierdzającą chrystianizację tego rejonu. Wielkość populacji zamieszkującej wtedy u podnóża Góry św. Wawrzyńca można pośrednio oszacować na podstawie analizy cmentarzysk (Mons 2006, 2010).



Ryc. 7. Grodzisko wczesnośredniowieczne w Kałdusie: A) Kałdus, Starogród i Chełmno z lotu ptaka; B) lokalizacja punktów osadniczych w Dolinie Dolnej Wisły (Ziemia Chełmińska); C) grodzisko w Kałdusie, widok z lotu ptaka – lokalizacja poszczególnych części stanowiska; D) plan wykopów na stanowisku

Literatura

- Ceynowa-Giełdoń, M., 1996. „Góra Św. Wawrzyńca”, [w:] Rezerваты przyrody województwa toruńskiego - opracowanie zbiorowe, red. M. Rejewski, M. Kowalski. Toruń: 136–140.
- Chudziak, W., 2003. Wczesnośredniowieczna przestrzeń sakralna in Culmine na Pomorzu Nadwiślańskim, Mons Sancti Laurentii, t. 1. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Chudziak, W., 2010. Chełmno/Kulm – Genese und Funktion einer frühmittelalterlichen Stadt. Acta Praehistorica et Archaeologica 42: 19–40.
- Kondracki, J., 2002. Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa.
- Mons., 2006. Mons Sancti Laurentii t. 3, Wczesnośredniowieczne cmentarzysko szkieletowe w Kałdusie. Wydawnictwo UMK Toruń.
- Mons., 2010. Mons Sancti Laurentii t. 5, Wczesnośredniowieczne cmentarzysko szkieletowe w Kałdusie. Wydawnictwo UMK Toruń.
- Szmańda J., Lankauf K., Luc M. 2004. Próba rekonstrukcji zmian rzeźby Góry św. Wawrzyńca i fazy jej rozwoju, [w:] Mons Sancti Laurentii, 2, Wczesnośredniowieczny zespół osadniczy w Kałdusie. Studia przyrodniczo-archeologiczne, red. W. Chudziak. Wyd. UMK, Toruń: 177–183.

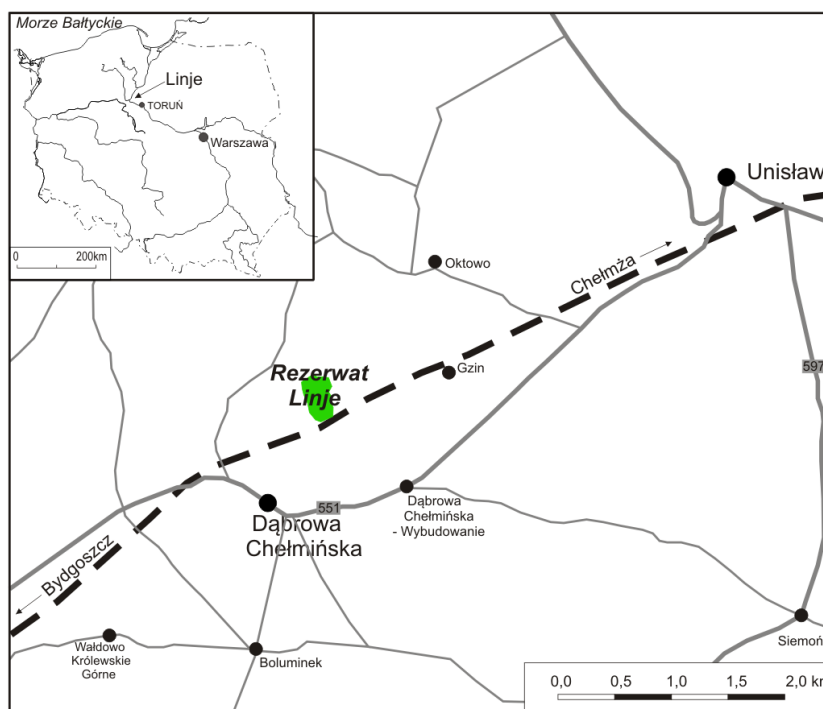
Torfowisko Linje - rezerwat wyjątkowy Linje mire - unique reserve

Tomasz Karasiewicz¹

¹ Katedra Geomorfologii i Paleogeografii Czwartorzędu, Wydział Nauk o Ziemi,
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń, mtkar@umk.pl

Rezerwat utworzono w 1956 roku w celu ochrony niewielkiego śródlęsnego torfowiska z charakterystyczną roślinnością oraz jedynym w niżowej części Polski stanowiskiem brzozy karłowatej (*Betula nana*). Zajmuje on 12,7 ha powierzchni ale tylko 5,8 hektara stanowi rezerwat ścisły. Oprócz torfowiska w skład rezerwatu wchodzi niewielkie fragmenty otaczających lasów. Z innych cennych gatunków stwierdzono tu występowanie: rosiczki okrągłolistnej, brzozy omszonej, borówki bagiennej, żurawiny błotnej, oczeretu jeziornego.

Rezerwat położony jest na obszarze niżowym w obrębie południowo-zachodniej części Pojezierza Chełmińskiego w krajobrazie młodoglacjalnym (Kondracki 1998), około 1 km na północny-wschód od Dąbrowy Chełmińskiej (ryc. 8). Torfowisko od dawna znajdowało się w zainteresowaniu badaczy, głównie przyrodników. Już w 1837 roku nauczyciel z Torunia Jan Nowicki ogólnikowo stwierdził, że między Toruniem a Chełmem, niedaleko Gzina znajduje się stanowisko niezwykle rzadkiej rośliny, mianowicie brzozy karłowatej. Na tyle nieprecyzyjna informacja o lokalizacji stanowiska poddała wątpliwość w jego istnienie, ponieważ poszukiwania *Betula nana* nie dawały rezultatu. Przez 60 lat miejsce to pozostawało nieodkryte mimo licznych, usilnych prób. W 1897 roku trafił na nie miejscowy leśniczy i o swoim odkryciu poinformował profesora Hugo Conventza (Ceynowa-Geldon 1971). Conventz, niemiecki gdańszczanin, będący pionierem w zakresie ochrony środowiska podjął starania aby ten obszar objąć ochroną przyrody.



Ryc. 8. Ogólna lokalizacja Rezerwatu Linje

To niewielkie śródleśne torfowisko porasta relikw z epoki polodowcowej a mianowicie brzoza karłowata (ryc. 9). A. Noryśkiewicz (2005) na podstawie prowadzonych badań palinologicznych udowodniła, że brzoza karłowata porasta ten obszar od ponad 11 tysięcy lat. W Polsce są tylko trzy znane stanowiska tej rośliny. Dwa znajdują się w górach i też objęte są ścisłą ochroną. Znajdują się one na „Torfowiskach Doliny Izery” w Górach Izerskich oraz „Torfowisku pod Zieleńcem” w Górach Bystrzyckich. Ze względu na rzadkość występowania i reliktowość pochodzenia zarówno w Polsce jak i państwach ościennych (Niemczech, Czechach, na Białorusi i Litwie) gatunek ten znajduje się w czerwonych księgach i na czerwonych listach roślin zagrożonych wyginięciem (Kruszelnicki, Fabiszewski 2001).

W normalnych warunkach brzozę karłowatą możemy spotkać w polarnych rejonach Euroazji, na Islandii, Grenlandii czy Ameryce Północnej, gdzie współtworzy ekosystem tundry i lasotundry (Jadwiszczak i Jadwiszczak 2014).



Ryc. 9. Brzoza karłowata (*Betula nana*) na torfowisku Linje

Brzoza karłowata dorasta do 1 m wysokości, chociaż najczęściej jest to między 40 a 80 cm. W skrajnych przypadkach, w stanowiskach zacienionych jak na „Torfowiskach Doliny Izery” osiąga nawet dwa metry (Jadwiszczak i Jadwiszczak 2014). Cytowani autorzy podają też morfologię gatunku, mianowicie pędy brzozy pokryte są ciemną korą i nie mają gruczołów a liście są drobne, prawie okrągłe, krótkoogonkowe i głęboko karbowane, z wierzchu ciemnozielone i błyszczące, a od spodu jaśniejsze niż na wierzchu (ryc. 9). W badanej populacji na torfowisku „Linie” Ejankowski (2004) stwierdził, że najstarsze osobniki są w wieku 19-20 lat. Natomiast w warunkach arktycznej tundry krzewy mogą być zdecydowanie starsze, np. z Grenlandii opisywano pędy o wieku 147 lat (Miller 1975 za Jadwiszczak i Jadwiszczak 2014), co jest prawdopodobnie strategią na przetrwanie gatunku w surowym polarnym klimacie.

Na opisywanym torfowisku *Betula nana* największe skupisko tworzy w jego środkowej części tj. w miejscu występowania torfowiska wysokiego o polaci około 1 ha (Motyka, Pająkowski 2015). Obok brzozy występuje tu także bagno zwyczajne (*Ledum palustre*) i borówka bagienna (*Vaccinium uliginosum*), z którymi *Betula nana* rywalizuje o dostęp do światła.



Ryc. 10. Ogólny widok na torfowisko Linje i otaczający las

Brzoza karłowata rośnie tu w setkach egzemplarzy, w wielu miejscach tworząc zwarte zarośla, które ścielą się po torfowisku.

W północnej i południowej części torfowiska dominuje mszar wałniankowy a obrzeża porasta roślinność torfowisk przejściowych, takie jak: *Sphagno recurvi-Eriophoretum angustifolii* i *Sphagno apiculati-Caricetum rostratae* a także roślinność zaroślowa i leśna (Rutkowski i in. 2004). Obszar leśny rezerwatu porastają lasy sosnowe i mieszane (ryc. 10).

Torfowisko Linje zajmuje bezodpływowe zagłębienie wytopiskowe utworzone na płacie piasków sandrowych, które rozcinają zachodni kraniec wysoczyzny morenowej Pojezierza Dobrzyńsko-Chełmińskiego. Na zachód od torfowiska na granicy sandru i wysoczyzny znajduje się pagórki moreny martwego lodu (Ratajczak 2005). W okresie postglacjalnym na obszarze sandru dochodziło do procesów eolicznych, czego świadectwem są pola piasków przewianych, wydmy i niecki deflacyjne. Pola piasków przewianych rozciągają się na północ i południe od rezerwatu. Z kolei wschodnia granica rezerwatu kontaktuje się z dość rozległą wydumą paraboliczną. Sytuację geomorfologiczną rezerwatu i najbliższego otoczenia obrazuje szczegółowa mapa geomorfologiczna (ryc. 11). Rezerwat obejmuje obszar położony na wysokości 93–95 m n.p.m. Wspomniane pagórki moreny martwego lodu osiągają 106,3 m n.p.m., natomiast wysokość grzbietu wydmy po stronie wschodniej nieznacznie przekracza 102,5 m n.p.m.

Południowa granica rezerwatu kontaktuje się z nasypem kolejowym linii jednotorowej z Bydgoszczy do Unisławia i Chełmży (ryc. 11). W trakcie budowy torowiska w 1894 roku wykonano tu niestety zabiegi odwadniające, których ślady są widoczne w postaci rowów i dołów potorfowych. To spowodowało obniżenie poziomu wody i zmniejszenie powierzchni torfowiska, na co wskazują gleby murszowate w jego otoczeniu (Nicewicz 2003, Krasicka-Korczyńska i in. 2015).

Budowę geologiczną torfowiska można prześledzić na podstawie rdzenia o nienaruszonej strukturze pobranego sondą typu Livngstona w modyfikacji Więckowskiego pozyskanego dla badań Noryśkiewicz (2005) oraz Klossa i Żurka (2005). Został on pobrany ze środkowej, najgłębszej części torfowiska, miąższość pozyskanego osadu wyniosła 1050 cm, który wydaje się sięgał dna mineralnego (Noryśkiewicz 2005). Spągowa próbka została przez Autorkę podda-

na datowaniu radiowęglowemu, której wiek określono na ^{14}C 10470±270 PB (Gd-30069). Kalibracja tej daty do wieku kalendarzowego w programie OxCal 4.3 wskazuje na lata od 12827 do 11344 cal BP z dokładnością 95,4%, zatem na okres młodszy dryasu. Data ta potwierdzona została również palinologicznie przez A. Noryśkiewicza (2005). Autorka wykonała analizę palinologiczną dla całego pozyskanego rdzenia, a na podstawie uzyskanych wyników wydzieliła 8 lokalnych poziomów pyłkowych (L PAZ). Zobrazowała w ten sposób historię rozwoju i przemiany szaty roślinnej na torfowisku i w jego otoczeniu. Pozwoliło to cytowanej Autorce wyróżnić pięć stadiów w rozwoju torfowiska. Zauważyć należy, że od początku było to torfowisko, nie było tu jeziora, może tylko poza niewielkim prawdopodobnym zbiornikiem wody stojącej na głębokości 1040 cm w wskazywanym przez Noryśkiewicza (2005) na podstawie występowania w spągu *Pediastrum*. Opis osadu pobranego rdzenia wykonali Kloss i Żurek (2005), który zestawiony jest w poniższej tabeli 1. Stopień zawartości popiołu w spągu badanych osadów zdaje się potwierdzać pełną sekwencję rdzenia do mineralnego podłoża (Kloss i Żurek 2005; Noryśkiewicz 2005).

Tab. 1. Opis osadów wypełniających torfowisko wykonany przez Klossa i Żurka (2005) w nawiązaniu do wydzielonych stadiów rozwoju torfowiska przez Noryśkiewicza (2005) - zmodyfikowane

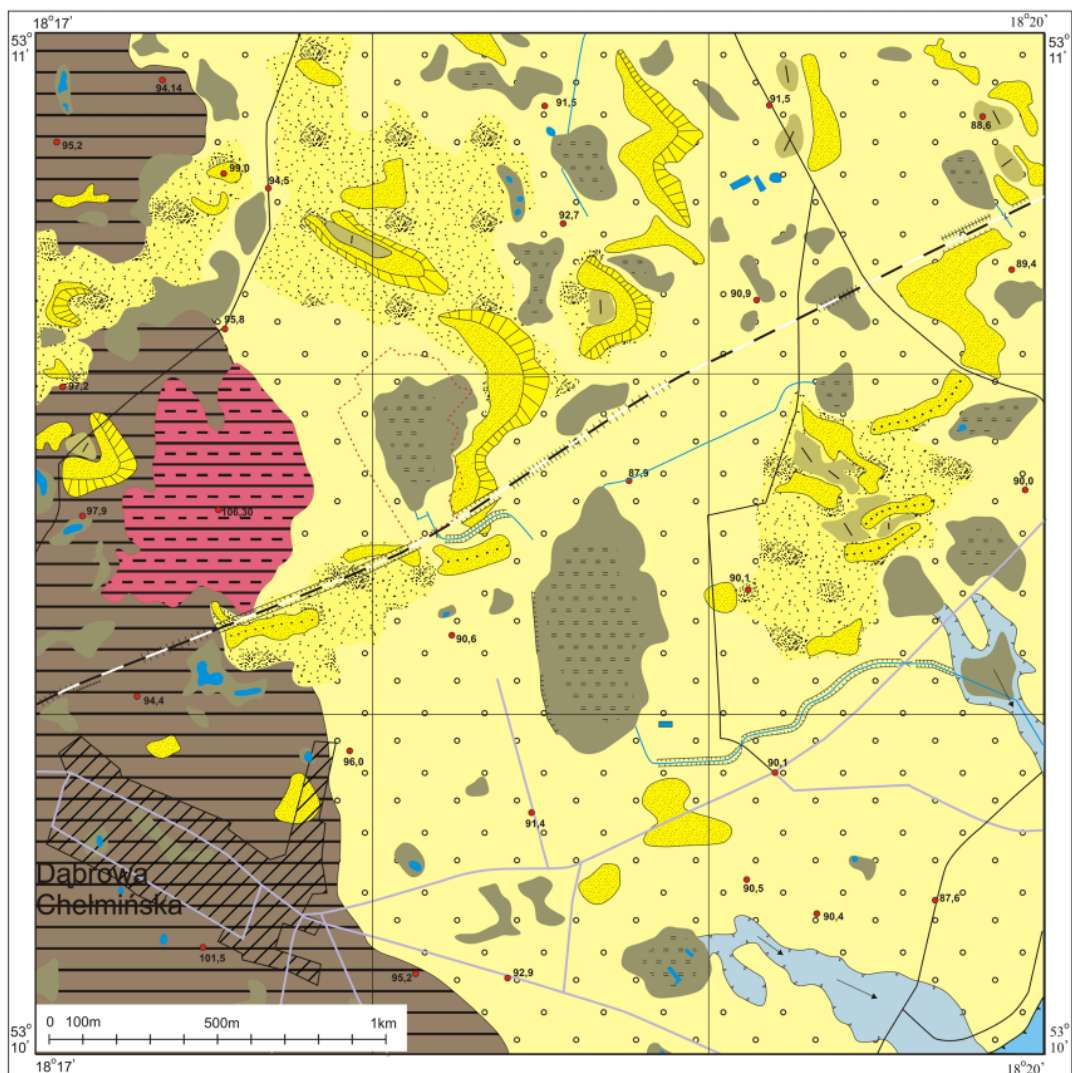
Głębokość [cm]	Typ torfu	Stopień humifikacji [%]	Zawartość popiołu [%]	Stadia rozwoju torfowiska
0-10	<i>Sphagnum</i> -dolinkowy, żywe i rozkładające się <i>Sphagnum</i>	<5	4,0	Stadium V
10-52	<i>Sphagnum</i> -dolinkowy	17	4,6	
52-310	<i>Sphagnum</i> -kępkowy	27	2,3	
310-500	<i>Sphagnum</i> -kępkowy	45	2,1	Stadium IV
500-520	<i>Sphagnum</i> -dolinkowy	40	1,7	
520-580	<i>Sphagnum</i> -kępkowy	45	1,7	
580-640	<i>Sphagnum</i> -dolinkowy	40	1,6	
640-660	<i>Sphagnum-Scheuchzeria</i>	50	1,7	Stadium III
660-700	<i>Sphagnum</i> -kępkowy	50	1,7	
700-990	<i>Sphagnum</i> -kępkowy z dużą proporcją <i>Ericaceae</i>	60	2,8	Stadium II
990-1030	<i>Sphagnum</i> -turzycowy	50	5,5	
1030-1050	Brązowy torf mszysty	35	15,2	Stadium I

Omawiany rezerwat znajduje się od 2004 roku w obrębie obszarów Natura 2000 i funkcjonuje jako Obszar Specjalnej Ochrony Siedlisk Torfowisko Linie (błędna nazwa zapisana w dokumentach UE, poprawna jest Linje) PLH 040020 (Krasicka-Korczyńska i in. 2015) zajmuje ścisłą część rezerwatu o powierzchni 5,3 ha. W rezerwacie wyznaczono dwa siedliska Natura 2000 obejmujące:

- torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą,
- torfowiska przejściowe i trzęsawiska.

Charakterystykę tych dwóch siedlisk podał zespół pod kierownictwem Krasickiej-Korczyńskiej (Krasicka-Korczyńska i in. 2015). Jako największe zagrożenia dla tego delikatnego ekosystemu wskazali:

- zaburzenia stosunków wodnych,
- niestabilność hydrologiczna jest przyczyną wkraczania na teren torfowiska innych gatunków roślin takich jak: brzoza omszała, brzoza brodawkowata czy sosna zwyczajna,



LEGENDA

Formy plejstoceńskie związane z działalnością lądolodu

- wysoczyzna morenowa płaska
- pagórki martwego lodu

Formy plejstoceńskie związane z działalnością wód glacjalnych

- równina sandrowa
- doliny wód roztopowych
- rynny subglacjalne

Inne formy okresu plejstoceńskiego

- zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy późnoglacialne i postglacialne pochodzenia eolicznego

- wały wydmore
- wydmy o regularnych kształtach
- wydmy o nieregularnych kształtach
- pola piasków przewianych
- nieckie deflacyjne

Formy utworzone przez roślinność

- równiny torfowe

Formy antropogeniczne

- nasypy
- skarpy
- tory kolejowe
- droga asfaltowa
- droga utwardzona
- teren zabudowany
- teren zabudowany

Inne

- cieki
- stawy
- punkty wysokościowe
- granica rezerwatu "Linie"

Ryc. 11. Szczegółowa mapa geomorfologiczna obszaru w bezpośrednim otoczeniu Rezerwatu Linie (autor R. Ratajczak 2005)



Ryc. 12. Kładki ochronne i urządzenia pomiarowe projektu CLIMPEAT na torfowisku

- powyższe gatunki pogłębiają problem hydrologii poprzez zwiększenie ewapotranspiracji,
- problem stanowi również kanał melioracyjny, odprowadzający wodę z torfowiska, wykonany w czasie budowy linii kolejowej.

Te i inne liczne wnioski i postulaty w sprawie funkcjonowania torfowiska powstały w wyniku wieloaspektowych badań naukowych na torfowisku (ryc. 12), ostatnio CLIMPEAT, który jest jeszcze w realizacji (Lamentowicz i in. 2015). Projekt ten ma na celu znaleźć odpowiedź na pytanie jak torfowiska w klimacie kontynentalnym reagują na wzrost temperatury powietrza i suszę (Lamentowicz i in. 2015). Prowadzone projekty naukowe skutkowały i nadal skutkują licznymi pracami naukowymi o międzynarodowym zasięgu (np. Słowińska i in. 2010, Marcisz i in. 2014, 2015, Lamentowicz i in. 2016 i wiele innych).

W tym momencie do głównych zagrożeń torfowiska i reliktu polodowcowego brzozy karłowatej zalicza się obniżanie się poziomu wód, ekspansję innych gatunków roślin w tym brzozy omszałej a także penetrację terenu przez człowieka.

Literatura

- Cejnowa-Geldon, M., 1971. Osobliwości florystyczne i rezerваты ziemi chełmińskiej. Przewodnik florystyczny. Toruńskie Towarzystwo Naukowe, Toruń, ss. 108.
- Ejankowski, W., 2004. The influence of ground water level on the demography and population structure of the dwarf birch *Betula nana* L. *Ecological Questions* 6: 63–68.
- Jadwiszczak, K. A., Jadwiszczak P., 2014. Brzoza karłowata *Betula nana* w Polsce. *Chrońmy Przyrodę Ojczyzną* 70(2): 146–151.
- Kondracki, J., 1998. *Geografia regionalna Polski*. PWN Warszawa.
- Kloss, M., Żurek, S., 2005. Geology of raised mire deposits. *Monographiae Botanicae* 94: 65–80.

- Krasicka-Korczyńska, E., Kamiński, D., Kasprzyk, K., Lamentowicz, M., Nagórski, P., Rutkowski, L., 2015. Opis obszarów Natura 2000 znajdujących się w obrębie Doliny Dolnej Wisły, [w:] J. Pająkowski (red.) Zespół Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwiślańskiego, Tom I, PWR Toruń: 53–79.
- Kruszelnicki, J., Fabiszewski J., 2001. *Betula nana* L. [w:] R. Kaźmierczakowa, K. Zarzycki (red.), Polska czerwona księga roślin. Instytut Botaniki im. W. Szafera, PAN, Kraków: 82–83.
- Lamentowicz, M., Słowińska, S., Słowiński, M., Marcisz, K., Jassey, V., Chojnicki, B.H., Reczuga, M., Zielińska, M., Błażejczyk, K., Tryjanowski, P., Buttler, A., 2015. Rezerwat przyrody „Linje” – unikatowe interdyscyplinarne badania ekosystemu torfowiska. [w:] J. Pająkowski (red.), Zespół Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwiślańskiego, PWR Toruń: 212–218.
- Lamentowicz, M., Słowińska, S., Słowiński, M., Jassey, V. E. J., Chojnicki, B. H., Reczuga, M. K., Zielińska, M., Marcisz, K., Lamentowicz, Ł., Barabach, J., Samson, M., Kołaczek, P., Buttler, A., 2016. Combining short-term manipulative experiments with long-term palaeo-ecological investigations at high resolution to assess the response of Sphagnum peatlands to drought, fire and warming. *Mires and Peat* 18: 1–17.
- Marcisz, K., Tinner, W., Colombaroli, D., Kołaczek, P., Słowiński, M., Fiałkiewicz-Kozieł, B., Łokas, E., Lamentowicz, M., 2015. Long-term hydrological dynamics and fire history during the last 2000 years in CE Europe reconstructed from a high-resolution peat archive. *Quaternary Science Reviews* 112: 138–152.
- Marcisz, K., Lamentowicz, Ł., Słowińska, S., Słowiński, M., Muszak, W., Lamentowicz, M., 2014. Seasonal changes in Sphagnum peatland testate amoeba communities along a hydrological gradient. *European Journal of Protistology* 50(5): 445–455,
- Miller, H. J., 1975. Anatomical characteristics of some woody plants of the Angmagssalik district of southeast Greenland. *Meddelelser om Grønland* 6: 1–30.
- Nicewicz, J., 2003. Materiały do rekonstrukcji przemian środowiska przyrodniczego na podstawie badań gleb hydrogenicznych i semihydrogenicznych na obszarze rezerwatu „Linie”. Maszynopis pracy magisterskiej, Wydział Nauk o Ziemi UMK Toruń.
- Noryskiewicz, A. M., 2005. Preliminary results of study on vegetation history in the Linje mire region using pollen analysis. *Monographiae Botanicae* 94: 118–131.
- Motyka, E., Pająkowski, J., 2015. Charakterystyka rezerwatów przyrody. Rezerwat Linje. [w:] J. Pająkowski (red.) Zespół Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwiślańskiego, PWR Toruń: 116–117.
- Ratajczak, R., 2005. Uwarunkowania geomorfologiczne rezerwatu torfowiskowego „Linie” w okolicy Dąbrowy Chełmińskiej. Maszynopis pracy magisterskiej, Wydział Nauk o Ziemi UMK Toruń.
- Rutkowski, L., Boratyński, A., Ejankowski, W., Waldon, B., Rapacka-Gackowska, A., Lewandowska, A., 2004. Stan zachowania szaty roślinnej wybranych rezerwatów nad Dolną Wisłą. [w:] E. Krasicka-Korczyńska, M. Korczyński (red.) Wycieczki geobotaniczne - region kujawsko-pomorski, Bydgoszcz: 67–77.
- Słowińska, S., Słowiński, M., Lamentowicz M., 2010. Relationships between local climate and hydrology in Sphagnum mire: Implications for palaeohydrological studies and ecosystem management. *Polish Journal of Environmental Studies* 19(4): 779–787.

STRESZCZENIA

Termografia osuwiska nad schroniskiem skalnym w Klifie Orłowskim

Thermography of the landslide over the rock shelter in Orłowski Cliff

Michał Banaś¹, Paweł Bylina², Leszek Łęczyński³

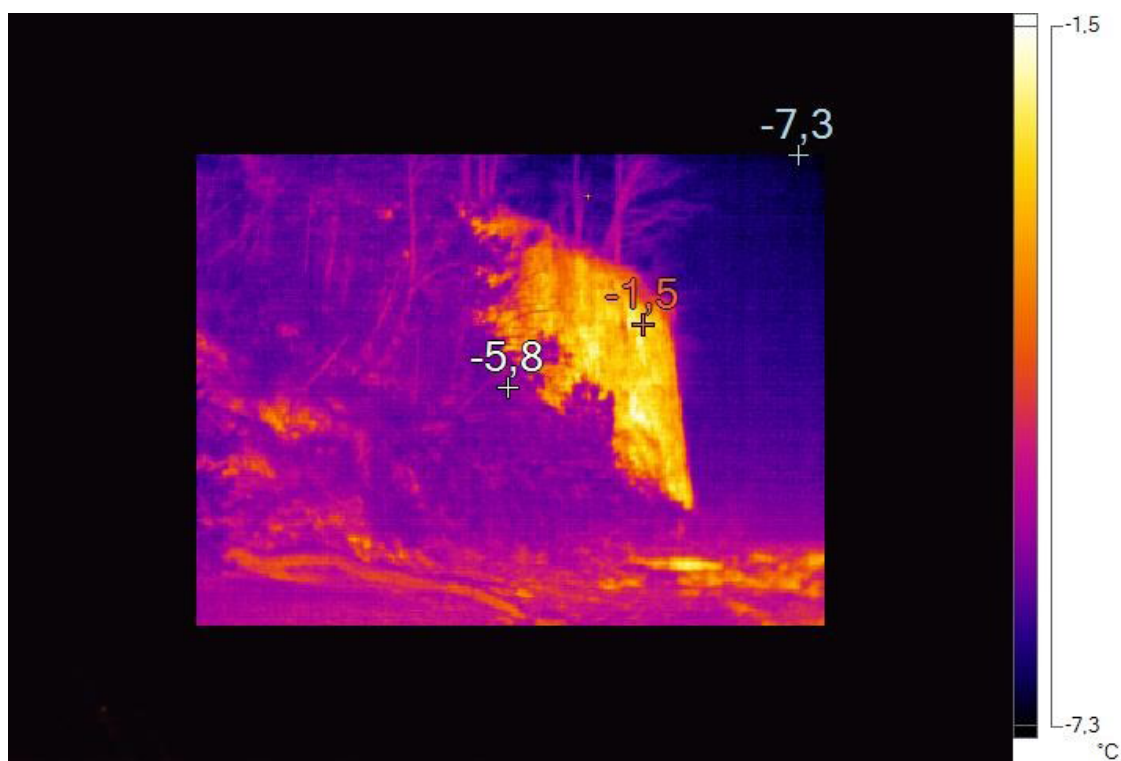
¹ Instytut Nauk Geologicznych PAN, Ośrodek Badawczy w Krakowie

² Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii

³ Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii Zakład Geologii Morza; nadbanas@cyfronet.pl

Dnia 15 lutego br., doszło do jednego z największych i najbardziej spektakularnych osuwisk w historii Wybrzeża Wschodniego. Obryw nastąpił dokładnie na trasę Sesji Terenowej 39. Sympozjum Speleologicznego Starbienino 2005. Szczęśliwym trafem, kilkadziesiąt godzin po uaktywnieniu się osuwiska doszło do gwałtownego obniżenia temperatury o kilkanaście stopni Celsjusza. Spełnione zostały bardzo dobre warunki do badań termowizyjnych. Wykonane w następnych dniach po nagłym przymrozku zdjęcia, pozwalają lepiej zrozumieć procesy towarzyszące osuwiskom nadmorskim. Na podstawie zgromadzonego materiału, autorzy zamierzają opracować metody, które umożliwiłyby w przyszłości typowanie miejsc szczególnie zagrożonych obrywami.

Ciekawy także jest fakt, że schronisko skalne, znajdujące się u stóp klifu, nie zostało uszkodzone mimo niekorzystnych warunków litologicznych.



Ryc. 1. Termogram ogólny obrywu z 15 lutego br.

Wypełnienia wybranych form krasowych na Wyżynie Wieluńskiej

The infillings of selected karst forms in Wieluń Upland

Waldemar Bardziński¹, Ewa Kurowska¹

¹ Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; waldemar.bardzinski@us.edu.pl

Następstwo osadów wypełniających różnej wielkości formy krasowe, głównie większe leje, ich wzajemne relacje przestrzenne, obecność nacieków jaskiniowych bądź kości kręgowców dają możliwość określania wieku tych osadów, etapów rozwoju procesów krasowych i ewolucji samych form (Głazek & Szynkiewicz, 1980). Fazowość rozwoju krasu zaproponował Szynkiewicz (2015).

W następstwie wykonania wykopów pod autostradę A1 w okolicach Białej i Rzęsawy koło Częstochowy powstała możliwość lepszego poznania tamtejszych form krasowych, ich wypełnień i ewentualnie ustalenia ich wieku. Koło Rzęsawy rozpoznano około 40 lejów krasowych o średnicy co najmniej kilku metrów. Są one wypełnione glinami ilastymi, w zewnętrznych partiach brązowymi i ciemnobrązowymi, a w partiach osiowych jaśniejszymi, czerwonymi. W kilku z nich, w bardziej osiowych strefach, pojawia się średnioziarnisty, rdzawy lub sepiowy piasek. Liczne, nieco plamiste, brązowo-sepiowo-żółtawe gliny obserwowane w przekrojach form o nieregularnych lub owalnych kształtach (średnicy do paru metrów) występują rozproszone w obrębie mniej skrasowiałych wapieni. Nieco mniej liczne są klinowate, brązowo-żółtawe, gliniaste wypełnienia krasowo poszerzonych szczelin tektonicznych o azymucie 40°-50°. W obszarze badań występują 4 nieregularne rejony powstałe z obocznego połączenia kilku lejów krasowych, których wypełnieniami, obok już wymienionych, są plamiste czerwono-różowawo-fioletowe gliny oraz szare muły. Jeden z obszarów z takimi wypełnieniami, w których miejscami tkwią wapienie i krzemienie o średnicy do paru metrów, rozciąga się na przestrzeni ok. 100 m. Trudno przypisać wiek tym wypełnieniom z powodu braku jakichkolwiek nacieków kalcytowych, ale można przypuszczać, że mogą odpowiadać fazie 4 (zgodnie z podziałem Szynkiewicza, 2015), gdyż w plejstocenie, po zlodowaceniu sanu, duży wpływ na procesy krasowe miały warunki spowodowane zlodowaceniami oraz warunki klimatyczne pomiędzy nimi. Na wschodnich krańcach wychodni wapieni koło Rzęsawy, na rozciągłości około 30 m, na wypełnieniach prawdopodobnie fazy 3c zalegają piaszczysto-żwirowe osady fluwioglacjalne, a na nich sprasowana glina deformacyjna fazy 4.

W rejonie Białej, w czerwonoróżowym i bordowo-brązowym, gliniastym residuum znaleziono kalcytowy stalagmit o wysokości co najmniej 1,3 m. Wiek tego bardzo czystego, przezroczystego kalcytu może być starszy od wypełnień z Rzęsawy i odpowiadać fazie 3c z początku plejstocenu. Nie natrafiono na kości kręgowców, które byłyby pomocne w określeniu wieku.

Literatura

- Głazek, J. & Szynkiewicz, A., 1980. Kras między Pilicą a Wartą i jego praktyczne znaczenie. [w:] W. Barczyk (red.), *Przewodnik LII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego Belchatów, 11-14 września 1980*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 84–97.
- Szynkiewicz, A., 2015. Warunki geologiczne rozwoju zjawisk krasowych na Wyżynie Wieluńskiej, [w:] D. Kicińska, K. Stefaniak K. & A. Szynkiewicz (red.), *Materiały 49 Sympozjum Speleologicznego, Sekcji Speleologicznej PTP im. Kopernika, Załęcze Wielkie, 22-25.10.2015*, Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników, Kraków, 122–123.

Fotogrametryczne „skanowanie” jaskiń jako alternatywa dla skanerów laserowych na przykładzie wybranych jaskiń Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Prace wykonane w ramach projektu STERIO

Photogrametric scanning as an alternative to laser scanners in cave mapping. Scanning caves in Kraków-Wieluń Upland as part of the STERIO project.

Dariusz Bartoszewski¹

¹ *Forever Entertainment S.A., Sopocki Klub Tatarnictwa Jaskiniowego*

Wraz z pojawieniem się nowoczesnej fotografii w połowie XIX wieku stało się możliwe precyzyjne łatwe technicznie, wierne i szybkie odwzorowanie przestrzeni. Bogactwo detali, które wcześniej było w procesie dokumentacji pomijane, lub traktowane uznaniowo przez np. autorów rycin, malarzy czy kartografów nie tylko znalazło się na fotografii, ale mogło być miarodajnie odwzorowane w ramach określonego układu optycznego. Naturalną konsekwencją wynalezienia fotografii było jej wykorzystanie, nie tylko jako uzupełnienie prac pomiarowych, ale jako ich podstawę. Techniki fotogrametrii, od tego czasu były szeroko wykorzystywane przy pracach kartograficznych, (np. pierwsza tak wykonana mapa fragmentu Tatr powstała w latach 1918-1934). Fotogrametria doczekała się wyczerpującej podbudowy teoretycznej, która z kolei umożliwiła wypracowanie technik precyzyjnego odwzorowania rzeczywistej przestrzeni w modelach kartograficznych.

Szczególnym przypadkiem fotogrametrii jest stereofotogrametria, to wykorzystywanie pary zdjęć w celu utworzenia współrzędnych poszczególnych punktów występujących na obu zdjęciach w przestrzeni trójwymiarowej. Takie podejście zyskało na znaczeniu wraz z upowszechnieniem się komputerów o znacznej mocy obliczeniowej, będących w stanie sprostać obróbce i prezentacji złożonych modeli przestrzennych odwzorowujących rzeczywiste obiekty. W ostatnim dziesięcioleciu wzrastająca moc obliczeniowa popularnych zestawów komputerowych PC, umożliwiła rekonstrukcję modeli przestrzennych technikami bazującymi na fotogrametrii z pomocą komputerów domowych.

Jedną z gałęzi przemysłu, w której zainteresowanie technikami fotogrametrycznymi do przygotowywania modeli 3D jest szczególnie duże jest produkcja gier komputerowych. W odpowiedzi na to zapotrzebowanie, firma Forever Entertainment S.A. wraz z naukowcami z Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej podjęła się opracowania autorskiego, kompleksowego narzędzia, do przetwarzania serii zdjęć na obiekt 3D możliwy do wykorzystania w grze. W ramach prac badawczych zostały wykonane i przeliczone zestawy zdjęć wykonane w dwóch jaskiniach z terenu Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej: w Zielonej Górze i Jaskini Towarnej.

Do wykonania zdjęć użyto zestawu „stereo”, składającego się z dwóch aparatów RX100M5 marki Sony zestawionych na stałe na szynie i na statywie w odległości 80 cm od siebie, wraz z dwoma panelami oświetleniowymi LED Tolifo Pt-308b o mocy nominalnej 2400 lumenów i temperaturze światła 4400 K. W trudniej dostępnych miejscach korzystaliśmy z jednego takiego aparatu i jednego panelu oświetleniowego, a zdjęcia były robione „z ręki”. Jako, że w momencie opracowywania modelu jaskiń narzędzie STERIO nie było jeszcze w pełni funkcjonalne, skorzystaliśmy z istniejącego oprogramowania „Photoscan” firmy Agisoft. Obliczenia obu jaskiń zrealizowane były z użyciem komputera gamingowego (Intel I7, GTX 1070, 16 GB RAM) i wirtualnej maszyny w systemie Azure Microsoft (odpowiednik Intel I9, 128 GB RAM)

dla tych sekwencji obliczeń, które wymagały dużej ilości pamięci. Obliczenia trwały łącznie dla modelu Jaskini w Zielonej Górze ok 30 godzin i 20 dla jaskini Towarnej. Warto tu zauważyć, że silne maszyny wirtualne czy stacje robocze nie są niezbędne do przeliczeń takich modeli. Podobne rezultaty można osiągnąć ograniczając rozdzielczość zdjęć, lub licząc model podzieliwszy go wstępnie na mniejsze fragmenty. Finalnie wyliczone modele zostały z racji złożoności i ilości detali (13 i 4 miliony ścianek) uproszczone i skonwertowane do Unity 3D, w którym sporządzono aplikacje umożliwiające prezentację modeli.

W Jaskini w Zielonej Górze podczas dwóch sesji zdjęciowych (odpowiednio 4 i 3 godziny) zostało wykonane 3199 zdjęć. Zdjęcia objęły pierwszą i drugą salę jaskini stanowiące w istocie jedną próżnię rozdzieloną później przez „kurtynę” z nacieków. W obu salach wykonano zestawem „stereo” a później uzupełniono zdjęciami „z ręki”. Do rekonstrukcji modelu ostatecznie zostało wykorzystane 2494 zdjęcia. Powstały model pokrył zdecydowaną większość powierzchni obu sal. Pewien problem w ocenie zgodności modelu z planem jest charakter krańców sal, które obniżają się w wielu miejscach tworząc wąskie szczeliny, co z jednej strony utrudnia precyzyjne ustalenie krańców próżni na planie jak i uniemożliwia dokładne odwzorowanie tych miejsc w modelu.

W Jaskini Towarnej zostało wykonane 1806 zdjęć obejmujących okolice otworu, wstępny korytarz w lewo do pierwszej większej sali, oraz niemal całą odnogę od otworu orograficznie w prawo wraz z tak zwaną „Piwniczką” (z wyjątkiem okolic podstropowych wstępnej części meandra. Część zdjęć (do sali) zostało wykonanych za pomocą zestawu stereo, reszta „z ręki”. Długość sesji fotograficznej wyniosła ok. 3 godziny. Do obliczeń zostało użyte 1325 zdjęć (prawie w całości oprogramowanie odrzuciło zdjęcia z „piwniczki”). W wyniku rekonstrukcji udało się otrzymać dobrej jakości odwzorowanie niemal całej powierzchni ścian, z wyjątkiem wysoko położonych fragmentów ścian i wspomnianej „piwniczki”. Rzut ortogonalny z góry tak uzyskanego modelu został nałożony na istniejące plany jaskini wykazując całokształtowo dużą wzajemną zgodność, choć niektóre charakterystyczne fragmenty są nieco przesunięte i obrócone.

Dokładność tak uzyskanych modeli do uzupełnienia prac dokumentacyjnych wymagałaby dodatkowych badań z ustaleniem charakterystycznych punktów, ich położenia względem ciągu pomiarowego wykonanego „klasycznie” jak i referencyjnych pomiarów skanerem laserowym. Pamiętać też należy, że model uzyskany ze zdjęć nie ma jako takiej skali ani orientacji względem kierunków, musi być więc dodatkowo wymiarowany i zorientowany. Jednak, jako że dla projektu STERIO duża precyzja nie jest zasadniczo istotna, prac takich nie podjęto. Jednak z doświadczeń podczas wykonywania zdjęć i wyników można wyciągnąć następujące wnioski:

- Rekonstrukcja fotogrametryczna jest skuteczną, tanią alternatywą dla istniejących skanerów laserowych dającą dla potrzeb kartografii jaskiniowej podobne rezultaty. Odwzorowuje geometrię i umożliwia uzyskanie prawidłowych tekstur powierzchni.
- Nie ma konieczności stosowania statywu; szybko i skutecznie fotografuje się „z ręki”.
- Możliwe jest dotarcie ze sprzętem nawet w trudno dostępne i odległe partie jaskiń i dość dokładne skanowanie trudno dostępnych nisz o złożonych kształtach.
- W trudnych technicznie do pokonania ciągach (pionowych i/lub ciasnych) wykonanie prawidłowych zdjęć jest bardzo utrudnione lub wręcz niemożliwe.
- W dłuższych ciągach suma błędów powoduje istotne odchylenie mode.lu ciągów od ich rzeczywistego przebiegu.
- Skany fotogrametryczne mogą być użyte jako uzupełnienie dokumentacji klasycznej

Biorąc pod uwagę powyższe, przynajmniej do czasu wprowadzenia tańszych i bardziej funkcjonalnych mobilnych systemów skanowania laserowego, skanowanie fotogrametryczne

wyduje się być wartą rozważenia skuteczną techniką do dokumentacji i monitorowania szczególnie cennych przyrodniczo fragmentów jaskiń.

Literatura

- Zygmunt, J., (red.), 2013. Jaskinie okolic Olsztyna, s. 89–93, 265–268
- Sznober, N., 2003. Jaskinia W Zielonej Górze. I(nterklubowy)A(periodyk), 1: 19–22.
- Sznober, N., 2004. Jaskinia Towarna - Dzwonnica. I(nterklubowy)A(periodyk), 2: 19–21.
- Szwoch, M., Kaczmarek, A. L., Bartoszewski, D., 2017. STERIO – Reconstruction of 3D Scenery for Video Games Using Stereo-photogrammetry, Computer Game Innovations in Monograph of the Lodz University of Technology [In:] P. Napieralski, A. Wojciechowski (eds.), Lodz University of Technology, Lodz, Poland.

Procesy kształtujące poziomy kulturowe w plejstocenijskich osadach jaskiniowych środkowej części Jury Polskiej

Forming processes of the cultural levels in the Pleistocene caves sediments in the central part of the Polish Jura

Krzysztof Cyrek¹, Łukasz Czyżewski¹, Maciej T. Krajcarz², Magdalena Sudoł-Procyk¹

¹ Instytut Archeologii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Szosa Bydgoska 44/48, 87-100 Toruń;
paleo@umk.pl, czyzewski@umk.pl, sudol@umk.pl

² Instytut Nauk Geologicznych PAN, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; *mkrajcarz@twarda.pan.pl*

W wyniku wieloletnich badań prowadzonych na archeologicznych stanowiskach jaskiniowych w środkowej części Jury Polskiej, pojawiły się liczne pytania związane z procesami, mogącymi mieć wpływ na kształtowanie się poziomów kulturowych. Pytania, w jaki sposób doszło do depozycji poziomów kulturowych w jaskiniach, jak dużą rolę w powstaniu i kształtowaniu danego poziomu kulturowego odegrał człowiek, a jaką czynniki przyrodnicze oraz jakie czynniki są odpowiedzialne za wtórne zniekształcenia lub zniszczenia poziomów kulturowych w jaskiniach, zostały podjęte w projekcie badawczym realizowanym w latach 2014-2018, finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki (nr 2014/15/B/HS3/02472).

Badanie procesów depozycji zespołów pradziejowych, jest możliwe dzięki analizie zarówno danych archeologicznych, jak i przyrodniczych, na podstawie których można wnioskować o procesach sedymentacyjnych i o zjawiskach postsedymentacyjnych.

Do badań wytypowano: Jaskinię Biśnik, Jaskinię Jasną Strzegowską, Schronisko IV na Górze Birów, Schronisko Krucza Skała oraz Jaskinię Złodziejską. Każdy z w/w obiektów jaskiniowych posiada swoją specyfikę, polegającą na szczególnej morfologii jaskini, odmiennych sedymentach i różnym charakterze zachowanych poziomów kulturowych (Cyrek 2009).

Połączenie metod archeologicznych (analiza technologiczna, typologiczna, funkcjonalna, mikrostratygraficzna oraz planigraficzna) i przyrodniczych (sedymentologiczne, mikromorfologiczne, geochemiczne oraz paleozoologiczne i tafonomiczne) w celu szczegółowego rozpoznania czynników kształtujących i niszczących poziomy paleolityczne jest nowym podejściem w tej dyscyplinie.

Wyniki umożliwiają wskazanie charakterystycznych cech, którymi odznaczają się paleolityczne poziomy kulturowe w poszczególnych rodzajach sedymentów jaskiniowych. Pozwalają także, na ustalanie bezpośredniego udziału człowieka w powstaniu badanych poziomów kulturowych oraz wpływu czynników naturalnych na stan ich zachowania.

Literatura

Cyrek, K., 2009. Archaeological studies in caves of the Częstochowa Upland, [In:] K. Stefaniak, A. Tyc, P. Socha (eds.), Karst of the Częstochowa Upland and of the Eastern Sudetes. Palaeoenvironments and protection, Studies of the Faculty of Earth Sciences University of Silesia, nr 56, Zoological Institute University of Wrocław, Sosnowiec – Wrocław, p. 145–160.

Wody podziemne jako siedlisko życia bezkręgowców

Subterranean waters as life habitat for the invertebrates

Elżbieta Dumnicka¹

¹ Instytut Ochrony Przyrody PAN, al. A. Mickiewicza 33, 31-120 Kraków; dumnicka@iop.krakow.pl

W wodach podziemnych występują bardzo zróżnicowane siedliska, których jedyną wspólną cechą jest brak światła, natomiast inne ich właściwości takie jak: wielkość przestrzeni dostępnej dla organizmów, ilość pokarmu i chemizm wód różnią się znacznie (Culver, Pipan 2009). Fauna stygobiontów (troglobiontów wodnych) występuje na głębokości od kilku cm do 3,6 km pod powierzchnią ziemi, ale bywa często odławiana w źródłach a sporadycznie na dnie rzek i głębokich jezior. Większość stygobiontów żyje w różnych typach wód podziemnych, ale niektóre gatunki są związane tylko z jednym siedliskiem.

Wraz z postępem eksploracji jaskiń obecność stygobiontów stwierdzano na coraz większych głębokościach, aż do – 2175 m: w syfonie jaskini Wroniej (Krubera), skąd opisano nowy dla nauki rodzaj kielża (Sidorov, Samokhin 2016). Jaskinie są „systemami otwartymi”, więc w zdecydowanej większości tych obiektów materia organiczna dostarczana jest z zewnątrz (przynajmniej okresowo) przez otwory i szczeliny nawet na dużą głębokość a wody z reguły są natlenione, co stwarza dogodne warunki dla życia fauny. Tylko w niewielu jaskiniach, lub niektórych ich partiach, podstawą łańcucha troficznego są procesy chemoautotroficzne. W tak swoistych warunkach, zależnych od rodzaju wykorzystywanego przez bakterie substratu, występuje specyficzna fauna stygobiontów z licznymi endemitami (Galassi i in. 2017, Sarbu 2000).

Poza wodami jaskiń i zbiornikami wód freatycznych, w których mogą żyć gatunki o dużych rozmiarach (nawet do kilkunastu cm długości) bezkręgowce zasiedlają niewielkie, wypełnione wodą przestrzenie w osadach różnego typu, na różnych głębokościach. Najbliżej powierzchni znajdują się wody hyporeiczne i epikrasowe (Culver, Pipan 2011), wg w/w autorów należą tu także wody wysięków. Zawartość drobnej materii organicznej jest w nich na ogół duża a natlenienie zmienne, aż do okresowych braków tlenu. W tych siedliskach przeważają gatunki typowe dla wód powierzchniowych a stygobionty reprezentowane są głównie przez drobne skorupiaki i wodopójki (roztocza wodne). W zasiedlanych przez faunę przestrzeniach w osadach ilość pokarmu i natlenienie wody maleje wraz ze wzrostem głębokości ich usytuowania a często ten spadek jest bardzo szybki. Przykładowo w zach. Australii, w studniach wierconych i odwiertach wykonanych w poszukiwaniu rud żelaza faunę bezkręgową, reprezentowaną głównie przez stygobionty, stwierdzono maksymalnie do głębokości około 100 m (EPA 2012, Halse i in. 2014).

Dopiero niedawno pierwsze organizmy wielokomórkowe zostały znalezione w reliktowych wodach głębinowych, których wiek oceniono na 3–12 tys. lat. Z prób zebranych w odwiertach wykonanych w poszukiwaniu złota w Afryce Pd (Borgonie i in. 2011) na głębokości 3,6 km wyizolowano jedynie DNA należące do nicieni (Nematoda), natomiast z głębokości 1300 m został opisany *Halicephalobus mephisto*. Ten bakteriożerny, rozmnażający się partenogenetycznie nicien żyje w ciepłych (do 41°C), bardzo słabo natlenionych wodach (Borgonie i in. 2011).

Zazwyczaj wielkość organizmów jest skorelowana z wielkością zamieszkiwanych przez nie przestrzeni, co stwierdzono np. u różnych gatunków skorupiaków z rodzaju *Stygobromus* znanych z wód jaskiniowych, freatycznych i epikrasowych USA (Culver i in. 2010).

Wydłużenie odnóży i czułków, tak charakterystyczne dla gatunków podziemnych, częściej spotyka się u stygobiontów żyjących w większych „przestrzeniach wodnych”, natomiast gatunki zasiedlające małe przestrzenie nie wykazują tych cech.

Literatura

- Borgonie, G., García-Moyano, A., Litthauer, D., Bert, W., Bester, A., Van Heerden, E., Möller, C., Erasmus, M. & Onstott, T.C., 2011. Nematoda from the terrestrial deep subsurface of South Africa. *Nature* 474: 79–82. DOI: 10.1038/nature09974
- Culver, D. C. & Pipan, T., 2009. *The Biology of Caves and Other Subterranean Habitats*. University Press, Oxford, pp. 254.
- Culver, D. C. & Pipan, T., 2011. Redefining the extent of the aquatic subterranean biotope – shallow subterranean habitats. *Ecohydrology*, 4: 721–730. DOI: 10.1002/eco.243
- Culver, D. C., Holsinger, J R., Christman, M.C. & Pipan, T., 2010. Morphological differences among eyeless aphipods in the genus *Stygobromus* dwelling in different subterranean habitats. *Journal of Crustacean Biology*, 30: 68–74. DOI: 10.1651/09-3156.1
- EPA, 2012. *A review of subterranean fauna assessment in Western Australia*. Environmental Protection Authority, Perth, pp. 107.
- Galassi, D. M. P., Fiasca, B., Di Lorenzo, T., Montanari, A., Porfirio, S. & Fattorini, S., 2017. Groundwater biodiversity in a chemoautotrophic cave ecosystem: how geochemistry regulates microcrustacean community structure. *Aquatic Ecology*, 51: 75–90. DOI: 10.1007/s10452-016-9599-7
- Halse, S. A., Scanlon, M. D., Cocking, J. S., Barron, H. J., Richardson, J. B. & Eberhard, S. M., 2014. Pilbara stygofauna: deep groundwater of an arid landscape contains globally significant radiation of biodiversity. *Records of the Western Australian Museum, Suppl.* 78: 443–483. DOI: 10.18195/issn.0313-122x.78(2).2014.443-483
- Sarbu, S.M., 2000. Mavile cave: a chemoautotrophically based groundwater ecosystem, [In:] H. Wilkens, D. C. Culver, W. F. Humphreys (eds.), *Subterranean ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, p. 319–343.
- Sidorov, D.A. & Samokhin, G.V. 2016. *Kruberia abchasica*, a new genus and species of trogllobiont amphipods (Crustacea: Gammaridae) from Kruber Cave (Western Transcaucasia). *Arthropoda Selecta*, 25: 373–379.

Fotogrametryczny model jaskini i jego wykorzystanie w geologii i geomorfologii

Photogrammetric 3D models of caves and their geological and geomorphological application

Mateusz Golicz¹, Jacek Szczygieł²

¹ Rudzki Klub Grotolazów „Nocek”, ul. Obr. Westerplatte 2a, 41-710 Ruda Śląska; mateusz.golicz@pza.org.pl

² Katedra Geologii Podstawowej, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec;
jacek.szczygiel@us.edu.pl

Na początku XXI wieku kartowanie jaskiń zostało zrewolucjonizowane przez dalmierze laserowe, które obecnie są używane powszechnie w terenie. Dokładniejsze odwzorowanie jaskini możliwe jest przy pomocy naziemnego skaningu laserowego (TLS), pozwalającego na budowę modelu 3D z wykonanych sferycznie milionów pomiarów odległości – chmur punktów. TLS znalazł już swoje zastosowanie w speleologii fizycznej, a także biospeleologii i archeologii. Jak dotąd jednak ta technologia jest dość kosztowna, przyrządy pomiarowe są ciężkie i nieporęczne, a proces pozyskiwania danych jest czasochłonny, co powoduje, że ta technika nie jest używana w odległych jaskiniach, np. w wysokogórskich regionach krasowych.

Opracowana przez nas metodologia i oprogramowanie służą do wizualizacji, przeglądania i analizy modeli jaskiń 3D pozyskiwanych metodą Structure-from-Motion, nowoczesną i sprawdzoną techniką fotogrametryczną. Podejście to pozwoliło nam skonstruować modele jaskiń 3D wysokiej rozdzielczości, wykorzystując oprogramowanie typu open source i powszechnie dostępny sprzęt komputerowy, na podstawie zdjęć wykonanych przy użyciu niedrogiego sprzętu w bardzo ograniczonym czasie zbierania danych. Przy obecnym stanie techniki możliwe stało się zdalne przeprowadzanie badań geomorfologicznych w jaskiniach, np. poprzez dokonywanie pomiarów strukturalnych zdalnie z modeli 3D, a nie w terenie. Pomysł ten jest szczególnie przydatny w przypadku głębokich i trudno dostępnych jaskiń, z których grotolazi mogą potencjalnie zebrać istotne dane dotyczące modeli 3D, które później zostaną wykorzystane przez speleologów.

Opracowany przez nas pakiet oprogramowania CAPOC do „wirtualnych badań terenowych” pozwala m.in. na: (1) wirtualne wycieczki po jaskiniach: generowanie perspektywicznych i ortograficznych projekcji modelu 3D jaskini, (2) tomografię korytarza: generowanie dowolnych przekrojów w celu sprawdzenia szczegółów morfologicznych, (3) pomiary liniowe (odległość, upad, kierunek upadu) przy pomocy „wirtualnego kompasu / klinometru” i dopasowywanie optymalnych płaszczyzn do wybranej części modelu (w celu identyfikacji struktur przewodnych).

W trakcie prac stworzyliśmy dwa modele fragmentów jaskiń zlokalizowanych w masywie Hoher Göll (Północne Alpy Wapienne, Austria). Pierwszy z nich to 66-metrowy odcinek korytarza paleofreatycznego znajdującego się na głębokości ok. 220 m w Jaskinie Gamssteighöhle. Model wiernie przedstawia obfitość form korozyjnych, takich jak jamki, zagłębienia i kotły wirowe, pendanty itp. Formy te są łatwo dostępne do zdalnej analizy. Drugi model obejmuje cały główny ciąg Jaskini Dependance, gdzie zebranie zdjęć do stworzenia modelu 3D z 150 metrów korytarza przeprowadzono w ciągu zaledwie 2 godzin.

Jaskinie konstrukcyjne w martwicach wapiennych i trawertynach – zarys problematyki

Constructional caves in calcareous tufa and travertine – generals

Michał Gradziński¹, Pavel Bella^{2,3}, Peter Holúbek⁴

¹ Instytut Nauk Geologicznych UJ, Uniwersytet Jagielloński, Gronostajowa 3a, 30-387 Kraków; michal.gradzinski@uj.edu.pl

² State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Slovak Caves Administration, Hodžova 11,
031 01 Liptovský Mikuláš, Słowacja

³ Department of Geography, Pedagogical Faculty, Catholic University in Ružomberok, Hrabovská cesta 1,
034 01 Ružomberok, Słowakia

⁴ Slovak Museum of Nature Protection and Speleology, Školská 4, 031 01 Liptovský Mikuláš, Słowacja

Jaskinie konstrukcyjne w martwicach wapiennych i trawertynach były od dawna znane, lecz pomimo tego są najslabiej rozpoznany typem jaskiń. W literaturze są one zaliczane do różnorodnych, częściowo synonimicznie rozumianych kategorii: jaskiń pierwotnych, jaskiń syngenetycznych lub jaskiń typu ‘framework’. Jaskinie konstrukcyjne powstają wraz ze wzrostem skały goszczącej. Proponujemy wyróżnienie dwóch głównych kategorii jaskiń konstrukcyjnych w martwicach i trawertynach: jaskiń progradacyjnych i jaskiń agradacyjnych.

Jaskinie progradacyjne powstają głównie w martwicach wapiennych. Formują się one na skutek progradacji nachylonej lub pionowej powierzchni depozycyjnej – zazwyczaj ściany kaskady. Wówczas pusta przestrzeń formuje się pomiędzy dawną ścianą kaskady a kurtyną martwicową powstającą wzdłuż strumienia wody. Wielkość i kształt takich jaskiń zależy od: (i) energii wody zasilającej kaskadę, (ii) wysokości kaskady, (iii) pierwotnego kształtu frontu kaskady, (iv) chemizmu wody zasilającej. Do tej kategorii zaliczamy także jaskinie formowane pod naturalnymi mostami zbudowanymi z martwic wapiennych lub trawertynow, które powstają ponad wąskimi kanionami i są zasilane ze źródeł ‘zawieszonych’ nad ich dnem. Jaskinie progradacyjne posiadają zazwyczaj bogatą szatę naciekową. Przyrost nacieków jest ułatwiony przez intensywną perkolację zmineralizowanej wody poprzez porowaty strop tych jaskiń. Nieaktywne jaskinie tego typu mogą zawierać różnorodne osady klastyczne z materiałem paleontologicznym, archeologicznym i paleoantropologicznym.

Jaskinie agradacyjne rozwijają się głównie w trawertynach, w centralnej części budowli trawertynowych, wokół wypływów zmineralizowanych wód, które systematycznie migrują w górę na skutek mechanizmu samospiętrzania. Jaskinie takie są w momencie powstania w całości wypełnione wodą. Wielkość i kształt takich jaskiń zależy od: (i) charakteru skał podścielających trawertyny, (ii) sytuacji hydrologicznej, która warunkuje położenie zwierciadła piezometrycznego wód, (iii) topografii terenu wokół wypływu, (iv) chemii wody zasilającej i (v) zmienności tych warunków w czasie wzrostu budowli trawertynowej.

Jaskinie będące pustkami po pniach drzew inkrustowanych przez trawertyny lub martwice wapienne a także jaskinie powstałe na skutek subrozji aktywnych budowli martwicowych lub trawertynowych również mogą być zaliczone do jaskiń konstrukcyjnych, jako że swoją genezę zawdzięczają w pewnym zakresie wzrostowi skał goszczących. Tego typu jaskinie klasyfikujemy jako jaskinie hybrydowe.

Zdecydowana większość jaskiń konstrukcyjnych jest czwartorzędowa, a głównie holoceniowa. Jaskinie konstrukcyjne są znane ze wszystkich kontynentów, poza Antarktydą, ich maksymalna długość przekracza 300 m a maksymalna deniwelacja 100 m. Z terenu Polski znane były trzy jaskinie konstrukcyjne, wszystkie wieku holoceniowego. Dwie należały

do jaskiń progradacyjnych. Pierwsza została opisana z Doliny Raclawki (Wyżyna Krakowska) przez Ciętaka (1936); została ona zniszczona w latach międzywojennych podczas eksploatacji twardych odmian martwicy wapiennej na cele budowlane. Druga została opisana z kaskady martwicowej w Karwowie (Wyżyna Sandomierska) przez Szulca (1984). Jest obecnie niedostępna na skutek zawężenia otworu przez wzrastającą systematycznie martwicę. Trzecią jest jaskinia powstała na skutek subrozji kopuły martwicowej we wsi Laski (Gradziński et al., 2001). Kilkanaście jaskiń konstrukcyjnych jest znanych z terenu Słowacji, w tym spektakularna jaskinia agradacyjna w budowlu trawertynowej pod zamkiem w Bojnicach, która jest udostępniona dla turystów. Szczegółowy przegląd zagadnień dotyczących jaskiń konstrukcyjnych zawiera opublikowany właśnie przeglądowy artykuł (Gradziński et al., 2018).

Literatura

- Ciętak, Z., 1936. Grota martwicowa w Dolinie Raclawki. *Ochrona Przyrody*, 16: 264–265
- Gradziński, M., Bella, P. & Holúbek, P., 2018. Constructional caves in freshwater limestone: A review of their origin, classification, significance and global occurrence. *Earth-Science Reviews*, 185: 179–201.
- Gradziński, M., Szulc, J., Motyka, J., Stworzewicz, E. & Tyc, A., 2001. Travertine mound and cave in a village of Laski, Silesian-Cracow Upland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 71: 115–123
- Szulc, J., 1984. *Sedymentacja czwartorzędowych martwic wapiennych Polski południowej*. Niepublikowana praca doktorska, Archiwum Instytutu Nauk geologicznych PAN, ss. 157.

Atrakcje geoturystyczne Doliny Dolnej Wisły

Izabela Jamorska¹, Tomasz Karasiewicz¹

¹ Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń;
iza1984@umk.pl, mtkar@umk.pl

Obszar badań

Na obszarze województwa kujawsko - pomorskiego możemy obserwować formy związane z działalnością akumulacyjną lądolodu i jego wód, jak również z erozją wód roztopowych oraz powstawaniem zagłębień wytopiskowych. Obecnych jest tu ponad 1000 jezior o łącznej powierzchni 25 0052 ha, co stanowi 9% powierzchni wszystkich jezior w Polsce. Na atrakcyjność województwa kujawsko-pomorskiego składa się także obecność historycznych krajin geograficznych, m.in.. Kujaw, Ziemi Chełmińskiej i Dobrzyńskiej, Krajny, Pałuk, Borów Tucholskich i Kociewia. Każda z nich wyróżnia się unikatowym charakterem zagospodarowania przestrzennego a na ich terenie występuje szereg atrakcji turystycznych. Do szczegółowej analizy wytypowano obszar Doliny Dolnej Wisły.

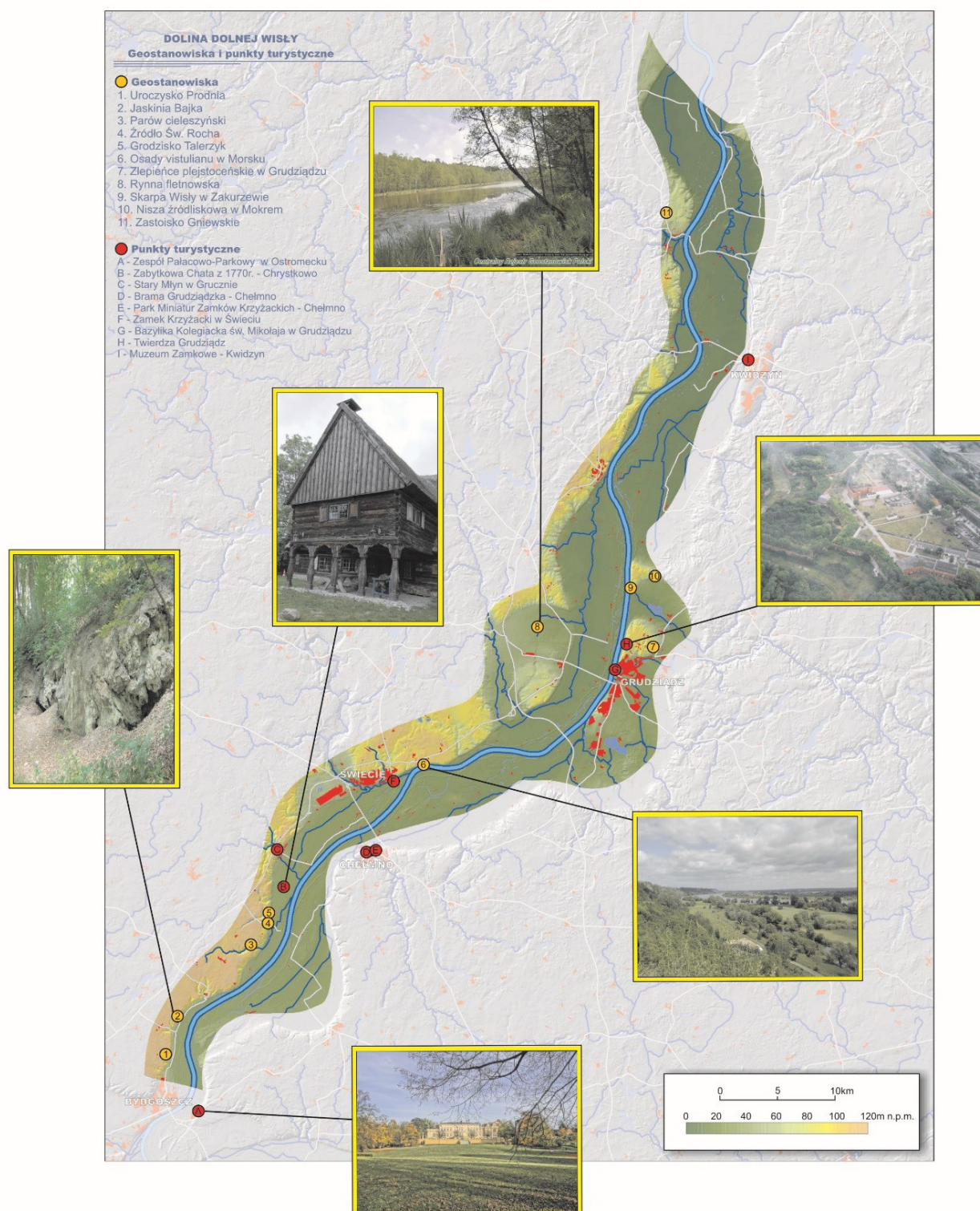
Metody badawcze

Analizę potencjału geoturystycznego województwa przeprowadzono głównie w oparciu o dane zamieszczone w bazie PIG-PIB: Centralny Rejestr Geostanowisk Polski (CRGP). Zgodnie z zawartymi tam informacjami, na obszarze województwa kujawsko – pomorskiego stwierdzono występowanie 87 geostanowisk. Posługując się narzędziami GIS, dokonano oceny atrakcyjności poszczególnych geostanowisk pod względem dydaktycznym, turystycznym i naukowym. Każdemu z analizowanych stanowisk geologicznych przyznano oceny, w skali od 1 do 10, które pozwoliły na wykreślenie obszarów o największym potencjale geoturystycznym. Najwięcej geostanowisk z najwyższą oceną stwierdzono w Dolinie Dolnej Wisły.

Wyniki

Na podstawie przeprowadzonych analiz zaproponowano ścieżkę geoturystyczną w Dolinie Dolnej Wisły. Ścieżka obejmująca północną część województwa, przebiegająca wzdłuż obydwu brzegów Wisły i jest bogata również w atrakcje turystyczne. Na trasie geoturystycznej znajduje się 14 geostanowisk, co stanowi ok 30% z ogólnej liczby geostanowisk opisanych na obszarze województwa kujawsko - pomorskiego i charakteryzujących się najwyższymi ocenami. Wśród nich: Uroczysko Prodnia, Jaskinia Bajka, Parów Cieleżyński, Źródło Św. Rocha, Grodzisko Talerzyk, Osady Vistulianu w Morsku, Złepieńce plejstoceny w Grudziądzu, Rytna fletnowska, Skarpa Wisły w Zakurzewie, Nisza źródłiskowa w Mokrem i Zastoisko Gniewskie. Do punktów turystycznych, które uatrakcyjnijają trasę należą m.in. zespół Pałacowo – Parkowy w Ostromecku, zabytkowa chata z 1770 r w Chrystkowie, stary młyn w Grucznie oraz Zamek Krzyżacki w Świeciu (ryc. 1).

Dolina Dolnej Wisły, z uwagi na osobliwe walory przyrodnicze jest miejscem atrakcyjnym pod względem geoturystycznym. Utworzenie szlaku geoturystycznego, w skład którego wchodziłyby wyżej omawiane geostanowiska, urozmaiciłoby ofertę turystyczną województwa kujawsko-pomorskiego o informacje związane z historią geologiczną regionu, a także wpływałoby na ochronę georóżnorodności.



Ryc. 1. Propozycja ścieżki geoturystycznej w Dolinie Dolnej Wisły

Eksploracja i inwentaryzacja jaskiń polskich Karpat Fliszowych (sierpień 2017 – lipiec 2018)

Exploration and investigation of the caves in the Polish Flysch Carpathians (August 2017 – July 2018)

Grzegorz Klassek¹, Tomasz Mleczek²

¹ Klub Tatarnictwa Jaskiniowego „Speleoklub”, Bielsko-Biała, ul. 1 Maja 45,
43-300 Bielsko-Biała, Polska; estawela@autograf.pl

² Stowarzyszenie Speleoklub Beskidzki, ul. Szkotnia 5/25, 39-200 Dębicka, Polska

Dane przedstawione w niniejszym komunikacie dotyczą prac eksploracyjno – inwentaryzacyjnych prowadzonych, w okresie od sierpnia 2017 do lipca 2018, przez członków Klubu Tatarnictwa Jaskiniowego „Speleoklub” Bielsko-Biała (SBB), Stowarzyszenia Ochrony Jaskiń „Grupa Malinka” z Wisły (GM) oraz osoby niezrzeszonej, byłego członka SBB. W omawianym okresie odnotowano **36** nowych jaskiń i schronisk skalnych oraz nowe partie w obiektach już znanych.

W rozbiu regionalnym dane eksploracyjno- inwentaryzacyjne przedstawiają się następująco:

Beskid Śląski

Nowe obiekty odkrył i udokumentował P. Gądek (SBB):

- Kotarz - **Jaskinia pod Ostrzałem** dł. 5 m;
- Grabowa - **Jaskinia Skrajna** dł. 10 m, **Studnia Wiatrów** dł. 10 m;
- Malinów - **Jaskinia Czysta** dł. 4 m, **Jaskinia Zaciskowa** dł. 8 m, **Schron w Malinowie I i II** o łącznej dł. 8 m.
- Ponadto: **Jaskinia Skośna** dł. 4 m, **Jaskinia Kwadratowa** dł. 12 m, **Jaskinia Sękatą** dł. 21 m, den. 5,1 m (obie z B. Gądkiem – os. tow.). Udokumentowano też: **Mokry Okap w Wiśle Malince** dł. 2 m (J. Pukowski, J. Ganszer SBB), **Okap w Wiśle Malince** dł. 1,9 m (J. Ganszer, J. Pukowski SBB), **Duży Schron nad Wyrchmalinkami** dł. 4 m (J. Ganszer, J. Pukowski SBB, U. Tebin – os. tow.).

Członkowie GM odkryli: **Jaskinię Jaworową** dł. 10 m, den. 5 m (M. Cieślak, J. Pysz), **Jaskinię w Gościejowie II** dł. 7 m (P. Gomola) oraz **Jaskinię Kaj Piorun Wpadł** dł. 200 m, den. – 9 m (J. Pysz, B. Juroszek, G. Szalbot).

M. Rachwaniec – b. cz. SBB udokumentował też nowe obiekty: **Schron Babicki I i II** o łącznej dł. 2,8 m, **Okap przy Kamiennej Szkółce** dł. 1,4 m, **Szczelinę przy Kamiennej Szkółce** dł. 1,6 m, **Schron w Józefuli** dł. 3,6 m, **Schron Sahara III** dł. 3 m, **Schronisko w Szyndzielni IV** dł. 2 m, **Schronisko pod Szczytem Muronki I, II, III** o łącznej dł. 9,5 m.

Nowe partie odkryto w obiektach już znanych: **Jaskinia Półkuli K.Bs-04.141** długość wzrosła do 50 m (P. Gądek SBB), **Jaskinia Niska K.Bs-02.17** długość wzrosła do 60 m (J. Pysz, M. Cieślak G M), **Jaskinia w Trzech Kopcach K.Bs-04.10** długość wzrosła do 1257 m (J. Pysz, M. Cieślak, R. M. GM).

Kotlina Żywiecka

M. Rachwaniec udokumentował nowy obiekt **Szczelinę w Przybędzy** dł. 1,6 m, odkrył też nowe partie w znanej **Jaskini w Przybędzy K.Kż-01.01** - dł. wzrosła do 26,5 m.

Beskid Żywiecki

W Romance P. Gądek (SBB) zlokalizował **Chwiejną Szczelinę** dł. 5 m, a w Czarnym Groniu M. Rachwaniec **Szczelinę przed Rozdrożem** dł. 2,6 m.

Beskid Makowski

Penetrując Żurawicę M. Rachwaniec zlokalizował nowe obiekty: **Schronisko w Żurawicy II, III** o łącznej dł. 6,9 m, **Okap w Żurawicy** i **Okap w Żurawicy II** o łącznej dł. 3,3 m oraz **Szczelinę w Żurawicy** dł. 1,9 m.

Beskid Mały

M. Rachwaniec udokumentował **Szczelinę w Warowni na Trakcie** dł. 3,5 m oraz **Schronisko w Hrobaczej Łące** dł. 2,5 m.

Według stanu na dzień 31 lipca 2018 r. w polskich Karpatach Fliszowych istnieje **1538** inwentaryzowanych jaskiń i schronisk skalnych, o łącznej długości **26647,54 m** (Tab. 1); **41** jaskiń osiąga długość ponad 100 m. (Tab. 2); **31** jaskiń ma deniwelację równą lub większą od 15 m (Tab. 3).

Nowe materiały inwentaryzacyjne prezentowane są głównie na stronach internetowych SBB, GM oraz w „Jaskiniach”, ogólnopolskim piśmie speleologicznym.

Tab. 1. Rozmieszczenie jaskiń polskich Karpat Fliszowych

Region	Ilość jaskiń	Łączna długość [m]
Beskid Śląski	552	15149,74
Kotlina Żywiecka	5	34,9
Beskid Żywiecki	108	1209,2
Beskid Mały	91	1014,4
Beskid Makowski	43	517,3
Beskid Wyspowy	70	1508,5
Gorce	49	445,5
Beskid Sądecki	114	1486,3
Beskid Niski	255	3170,3
Bieszczady	32	281,2
Góry Sanocko-Turczańskie	17	88,3
Pogórze Śląskie	3	21,0
Pogórze Wielickie	14	92,0
Pogórze Wiśnickie	20	104,7
Pogórze Rożnowskie	81	1028,3
Pogórze Ciężkowickie	38	206,5
Pogórze Strzyżowskie	16	80,0
Pogórze Dynowskie	30	209,4
Razem	1538	26647,54

Tab. 2. Najdłuższe jaskinie polskich Karpat Fliszowych

Lp.	Nazwa jaskini	Region	Długość [m]
1.	Jaskinia Wiślańska	Beskid Śląski	2275,0
2.	Jaskinia Miecharska	Beskid Śląski	1838,0
3.	Jaskinia w Trzech Kopcach	Beskid Śląski	1257,0
4.	Jaskinia Salmopolska	Beskid Śląski	1009,5
5.	System Ostra – Rolling Stones	Beskid Śląski	885,0
6.	Jaskinia Słowiańska-Drwali	Beskid Niski	601,0
7.	Jaskinia Głęboka w Stołowie	Beskid Śląski	554,0
8.	Jaskinia Padyszar	Beskid Śląski	500,0
9.	Jaskinia Dująca	Beskid Śląski	498,0
10.	Jaskinia Oblica	Beskid Żywiecki	436,0
11.	Jaskinia Zbójecka w Łopieniu	Beskid Wyspowy	433,0
12.	Diabła Dziura w Bukowcu	Pogórze Rożnowskie	365,0
13.	Jaskinia Niedźwiedzia	Beskid Sądecki	340,0
14.	Jaskinia Ali-Baby w Klimczoku	Beskid Śląski	328,0
15.	Malinowska Studnia	Beskid Śląski	324,6
16.	Borsucza Dziura	Beskid Wyspowy	300,0
17.	Mysiorowa Jama w Zagórzcu	Beskid Makowski	282,5
18.	Jaskinia Malinowska	Beskid Śląski	249,5
19.	Jaskinia Osia	Beskid Śląski	210,0
20.	Jaskinia Kaj Piorun Wpadł	Beskid Śląski	200,0
21.	Jaskinia Mroczna	Beskid Niski	198,0
22.	Gangusiowa Jama	Beskid Niski	190,0
23.	Jaskinia z TV (głęboka)	Beskid Śląski	185,0
24.	Lodowa Szczelina	Beskid Niski	166,0
25.	Jaskinia Czarci Dół	Beskid Wyspowy	165,0
26.	Jaskinia Dziurawa	Beskid Mały	160,0
27.	Jaskinia Złotniańska	Beskid Sądecki	155,0
28.	Jaskinia Czarne Działy III	Beskid Mały	150,0
29.	Jaskinia Latających Kamieni	Beskid Wyspowy	150,0
30.	Jaskinia Wiślanka	Beskid Śląski	147,0
31.	Jaskinia Roztoczańska	Beskid Sądecki	140,0
32.	Jaskinia w Straconce	Beskid Mały	135,0
33.	Jaskinia Piętrowa w Klimczoku	Beskid Śląski	130,0
34.	Jaskinia Chłodna	Beskid Śląski	125,0
35.	Jaskinia Szkieletowa	Pogórze Rożnowskie	110,0
36.	Jaskinia Kudłatych Myśli	Beskid Śląski	110,0
37.	Jaskinia w Sopotni Wielkiej	Beskid Żywiecki	106,0
38.	Szczelina Lipowicka	Beskid Niski	105,0
39.	Złotopieńska Dziura	Beskid Wyspowy	105,0
40.	Dziura w Stołowie	Beskid Śląski	104,0
41.	Jaskinia Żółtodzioba	Beskid Śląski	103,5

Tab. 3. Najgłębsze jaskinie polskich Karpat Fliszowych

Lp.	Nazwa jaskini	Region	Deniwelacja [m]
1.	System Ostra – Rolling Stones	Beskid Śląski	-60,0
2.	Jaskinia Miecharska	Beskid Śląski	55,8
3.	Diabla Dziura w Bukowcu	Pogórze Rożnowskie	-42,5
4.	Jaskinia Wiślańska	Beskid Śląski	41,0
5.	Jaskinia w Trzech Kopcach	Beskid Śląski	32,6
6.	Jaskinia Salmopolska	Beskid Śląski	29,1
7.	Jaskinia Niedźwiedzia	Beskid Sądecki	-28,0
8.	Jaskinia Głęboka w Stołowie	Beskid Śląski	-25,0
9.	Jaskinia Ali-Baby w Klimczoku	Beskid Śląski	-25,0
10.	Jaskinia Podyszar	Beskid Śląski	25,0
11.	Jaskinia z TV (głęboka)	Beskid Śląski	25,0
12.	Jaskinia Słowiańska-Drwali	Beskid Niski	-23,8
13.	Jaskinia Malinowska	Beskid Śląski	-23,2
14.	Jaskinia Skalska	Beskid Sądecki	-21,5
15.	Jaskinia Oblica	Beskid Żywiecki	-21,1
16.	Jaskinia Dolna w Nasicznem	Bieszczady	-20,9
17.	Jaskinia Zbójcka w Łopieniu	Beskid Wyspowy	19,0
18.	Jaskinia Szkieletowa	Pogórze Rożnowskie	19,0
19.	Malinowska Studnia	Beskid Śląski	18,1
20.	Śmietnik	Beskid Śląski	-18,0
21.	Jaskinia Dująca	Beskid Śląski	-17,5
22.	Jaskinia w Straconce	Beskid Mały	-16,8
23.	Jaskinia Chłodna	Beskid Śląski	-16,5
24.	Jaskinia Wiślanka	Beskid Śląski	16,3
25.	Jaskinia Żółtodzioba	Beskid Śląski	-15,8
26.	Jaskinia Mroczna	Beskid Niski	-15,5
27.	Dydiowska Jama	Bieszczady	-15,0
28.	Dziura w Stołowie	Beskid Śląski	-15,0
29.	Feleczyńska Studnia	Beskid Sądecki	-15,0
30.	Jaskinia Latających Kamieni	Beskid Wyspowy	-15,0
31.	Jaskinia Osia	Beskid Śląski	15,0

Wrota Piekieł

Hell's Gates

Grzegorz Kłys¹, Aleksandra Ziarkiewicz¹, Bronisław Wojciech Wołoszyn²

¹ Uniwersytet Opolski, Samodzielna Katedra Biosystematyki, Oleska 22, 45-052 Opole;
gklys@uni.opole.pl, aleksandra.opole2@gmail.com.

² Centrum Informacji Chiropterologicznej, Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN, ul. Sławkowska 17, 31-016 Kraków;
bwwoloszyn@gmail.com

W pobliżu miejscowości Ravat w dolinie rzeki Yagnob znajduje się złoża Fan-Yagnob czarnego węgla koksującego z geologicznych warstw jurajskich. Miejsce to znane jest od stuleci jako źródło węgla a także salmiaku, siarki, ałunu i innych siarczanów (między innymi do garbowania skór) (Новиков 1986).

Występujące tu pustki skalne – ogniste jaskinie Kuhi-Malik powstają wyniku wypalania się złóż węgla (Kłys 2015). Jaskinie te zawierają wiele unikalnych minerałów. W 1988 roku w dolinie Yagnob w Tadżykistanie znaleziono i opisano nowy minerał ravatyt (Ravatite $C_{14}H_{10}$) (Belakowski, 1990, Nasdala, Pekov 1993). Tu także znaleziono i opisano rodzimy selen. Od wieków produkty sublimacji gorących gazów węglowych, w tym amoniaku, ałunu i siarki, były wykorzystywane przez lokalną ludność do celów gospodarczych i medycznych. Stąd oprócz „jaskiń” występuje tu również wiele wyrobisk podziemnych (kopalni). Do dziś w tym rejonie wydobywa się węgiel zarówno na skalę przemysłową jak i przez lokalną ludność. Uważa się, że część pokładów węgla ulegała samozapaleniu. Połączenie różnych procesów, w szczególności wietrzenia drobno rozproszonego piryty (np. Nikoloyannis, 1992) i bakteryjnego rozpadu węgla, spowodowało spontaniczne zapalenie pokładów węgla. Opiswane były one już przed naszą erą między innymi przez Herodota z Halikarnasu jako „ogniste jaskinie”. Od czasów starożytnych znane i opisywane są tajemnicze światła w dolinie Yagnob (Wieczne światła Sogdiana). Obszar ten przyciągał uwagę ludzi i służył jako obiekt kultu. Istnieją przesłanki, że płonące jaskinie mogły być inspiracją dla powstania religii zaratusztriańskiej. W Zerafshan Zoroastrianizm był kiedyś powszechny (Гафиров 1989). Ogień stanowi szczególny obiekt kultu zaratusztrian. Uważano, że ogień, który palił się stale ponad 100 lat, ma ogromną siłę uzdrawiania i spełniania życzeń. Zgodnie z doktryną tej religii światło jest widzialnym obrazem Boga w świecie fizycznym. Pożary w dolinie Yagnob, o których pisali starożytni pisarze, już dawno przestały istnieć. Ich ślady w postaci ogromnych pól spalonych skał zachowały się na zboczach złoża Fan-Yagnob. Tak więc dzisiaj mamy do czynienia tylko z echem tych „ognistych wirów”, które obejmowały jeszcze bardziej znaczącą przestrzeń.

Przesłanki historyczne mówią, że ogień płonie tu już ponad dwa tysiące lat. W rzeczywistości nie wiemy jak dawno rozpoczął się ten proces. W miejscu obecnego spalania się węgla gazy fumarolowe osiągają temperaturę ponad 900 °C. Chodząc w pobliżu płonących „jaskiń” powierzchnia skał jest tak gorąca, że nawet w butach z grubą podeszwą nie można stać w miejscu. Eksploracja pustek skalnych jest niebezpieczna i trudna.

Literatura

Belakowski, D., 1990. Die Mineralien der brennenden Kohleflöze von Ravat in Tadshikistan, Lapis, 15 (12): 21–26.

- Kłys, G., 2015. Jaskinie Tadżykistanu (Caves of Tajikistan). W. Materiały 49. Sympozjum Speleologicznego. Załącznik Wielki. Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, 96–97.
- Nasdala, L., Pekov, I.V., 1993. Ravatite, C₁₄H₁₀, a new organic mineral species from Ravat, Tajikistan, Eur. J. Miner., 5, 4: 699–705.
- Nikoloyannis, D., 1992. Selbstentzündung. Aufschluss, 43, 2: 115–117.
- Гафуров, Б.Г., 1989. *Таджики. Древнейшая, древняя и средневековая история*. Душанбе, Новиков, В.П., 1986. Минералогия Таджикистана. Вып. 7. – Душанбе.

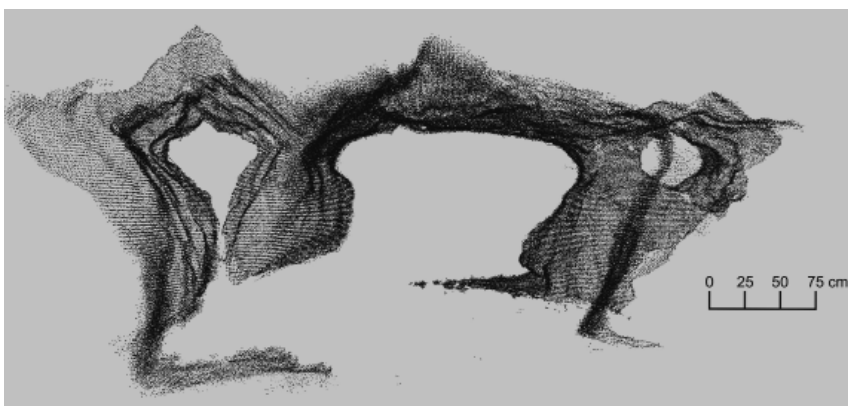
Ocena naziemnego skaningu laserowego w pomiarach i wizualizacji jaskiń na przykładzie Jaskini Skorocickiej

Evaluation of the terrestrial laser scanning for measurement and visualization of caves. The Skorocicka Cave case study

Daria Kramkowska¹

¹ *Katedra Geomatyki i Kartografii, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Lwowska 1, Toruń; daria.maria.wisniewska@gmail.com*

Kartowanie jaskiń do dziś stanowi wyzwanie, z uwagi na skomplikowaną morfologię tych obiektów oraz niesprzyjające warunki jakie w nich panują: ograniczona dostępność światła, płynące potoki, wysoka wilgotność, czy ciasne komory. Nie wszystkie dostępne obecnie technologie geodezyjne mogą sprostać temu zadaniu. Część z nich uza-



Ryc. 1. Przekrój przez chmurę punktów fragmentu korytarza Jaskini Skorocickiej

leżniona jest od dobrych warunków oświetleniowych (fotogrametria), inne są czasochłonne i wymagają dużego nakładu pracy (teodolit, tachimetr). Ostatnie lata przynoszą coraz to nowsze rozwiązania technologiczne w dziedzinie badań środowiskowych - jedną z nich jest naziemny skaningu laserowy (TLS). Z powodzeniem może być ona wykorzystywana do badania jaskiń. Skaner w ciągu zaledwie kilku minut zbiera informacje o współrzędnych x, y, z z określoną rozdzielczością a wynikiem skanowania jest tzw. chmura punktów. Wzrastająca dostępność tej technologii otwiera nowy rozdział w kartowaniu jaskiń. Celem badań było określenie przydatności TLS w badaniach jaskiń, na przykładzie największej jaskini gipsowej w Polsce – Jaskini Skorocickiej. Jaskinia Skorocicka została pomierzona za pomocą urządzenia Riegl VZ-4000 z 79 stanowisk, które stanowią zbiór danych o wielkości blisko 50 GB. Chmury punktów z poszczególnych stanowisk były łączone za pomocą metod rejestracji dostępnych w programie RiscanPro. Wykorzystano rejestrację manualną oraz moduł korekty wielostanowiskowej (moduł Multi Station Adjustment), dzięki któremu możliwe było osiągnięcie błędu standardowego złączenia poniżej 1 cm. Dane zostały poddane procesom filtracji i georeferencji. W końcowym etapie posłużyły do utworzenia szczegółowego planu, przekrojów poprzecznych, przekroju podłużnego oraz animacji. Równocześnie dane z TLS połączono z danymi lotniczego skaningu laserowego (ALS) tworząc wysokorozdzielczy model jaskini i jej otoczenia.

Wyniki są częścią pracy magisterskiej powstałej na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Mikołaja Kopernika pod opieką dr hab. Zenona Koziela prof. UMK i współpracą dr Sebastiana Tyszkowskiego i dr Mateusza Kramkowskiego z Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, oraz dr hab. Jana Urbana z Instytutu Ochrony Przyrody PAN.

Bezkręgowce lądowe jaskiń Polski - 100-lecie badań

Terrestrial invertebrates in caves of Poland - a century of research

Joanna Kocot-Zalewska¹

¹ Samodzielna Katedra Biosystematyki, Uniwersytet Opolski, ul. Oleska 22, 45-052 Opole; jzalewska@uni.opole.pl

Historia poznania bezkręgowców zasiedlających jaskinie terenu Polski obejmuje ponad 100 lat badań. Pierwsza praca w pełni poświęcona temu zagadnieniu ukazała się w 1918 r. i była autorstwa Demela, który przeprowadził badania latem 1914 r. w 8 jaskiniach okolic Ojcowa i wykazał 30 gatunków bezkręgowców. Na szczególną uwagę zasługuje odkrycie endemicznego, troglobiontycznego skoczogonka *Troglogastrura ojcoviensis* (obecna nazwa *Mesogastrura ojcoviensis*).

Na podstawie zbiorów Demela, Stach (1919) opublikował pracę dotyczącą skoczogonków jaskiń. Przedstawił w niej 5 gatunków, w tym wspomnianego wyżej endemita.

Kolejnymi badaczami podejmującymi tematykę bezkręgowców byli: Arndt (1921, 1923), Pax i Maschke (1935), Sokołowski (1939).

W okresie powojennym temat badań fauny jaskiń powrócił za sprawą Kowalskiego (1951, 1955). Dla poznania fauny bezkręgowców szczególne znaczenie ma: „Fauna jaskiń Tatr Polski”, do dzisiaj stanowiąca jedyne kompleksowe opracowanie z tego obszaru. Z terenu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej najważniejsze prace należą do Skalskiego (1973, 1981). Przedstawił w nich wyniki obserwacji prowadzonych w ciągu 13 lat w 19 jaskiniach, wykazał ponad 80 gatunków bezkręgowców, w tym endemity i relikty postglacjalne, oprócz tego szeroko omówił zagadnienia ekologiczne oraz genezę fauny.

Nie tylko ci czołowi badacze przyczynili się do poznania fauny bezkręgowców. Wiele prac poświęconych zostało poszczególnym grupom systematycznym. Warto tutaj przytoczyć takie nazwiska jak: Szymczakowski (1957), który opisał dwa najbardziej znane gatunki chrząszczy z jaskiń Gór Sokolich, czyli *Choleva ledriana gracilentia* i *Catops tristis infernus*, czy Sanocka-Wołoszynowa (1981), która przeprowadziła badania nad pajęczakami jaskiń Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej i wykazała m.in. występowanie kosarza *Ischyropsalis hellwigii* znanego wówczas wyłącznie z obszaru Sudetów. Z najnowszych badań warto wspomnieć prace Maślak i Barczyk (2011) oraz Madej i Barczyk (2014) dotyczące roztoczy w jaskiniach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej.

Choć stan poznania bezkręgowców zasiedlających jaskinie Polski wciąż jest znikomy, od ponad 100 lat wiedza na ich temat stale powiększa się, dostarczając nowych danych faunistycznych, ekologicznych, jak i zoogeograficznych.

Literatura

- Arndt, W., 1921. Beitrag zur Kenntnis der Höhlenfauna. Ergebnis einer faunistischen Untersuchung der Höhlen Schlesiens. *Zoologischer Anzeiger*, 52(12–13):310–315. Leipzig.
- Arndt, W., 1923. Speläobiologische Untersuchungen in Schlesien. *Speläologische Jahrbuch*, 4:95–114. Wien.
- Barczyk, G., Madej, G., 2014. Comparison of the species composition of Gamasina mite communities (Acari, Mesostigmata) in selected caves of the Kraków–Częstochowa Upland (southern Poland) and their immediate surroundings. *Journal of Natural History*, 49(27–28): 1673–1688.

- Demel, K., 1918. Fauna jaskiń Ojcowskich. *Sprawozdania z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz., Wydz. Mat.-Przyr.* 11 (4): 623–659.
- Kowalski, K., 1951. Badania fauny jaskiń tatrzańskich, *Wierchy* 20: 235, Kraków.
- Kowalski, K., 1955. Fauna jaskiń Tatr Polskich. *Ochrona Przyrody* 23: 283–328, Kraków.
- Maślak, M., Barczyk, G., 2011. Oribatid mites (Acari, Oribatida) in selected caves of the Kraków-Wieluń Upland (southern Poland). *Biological Letters*, 48(1): 107–116.
- Stach, J., 1918. Skoczogonki jaskiń Ojcowa. *Rozprawy Wydz. Mat.-Przyrodniczego Akademii Umiejętności*, z. 58B: 371–387.
- Pax, F., Maschke, K., 1935. Höhlenfauna des Glatzer Schneeberges. Die rezente Metazoenfauna. *Beiträge zur Biologie des Glatzer Schneeberges* 1, 4–72.
- Sanocka-Wołoszynowa, E., 1981: Badania pajęczaków jaskiń Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. *Acta Univ. Wratisl.* 48(6) *Prace Zool.* 11: 1–90.
- Skalski, A.W., 1973. Materiały do znajomości bezkręgowców jaskiń Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. *Rocznik Muzeum Częstochowskiego* z.3: 161–200.
- Skalski, A.W., 1981. Charakterystyka fauny podziemnej Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. *Rocznik Muzeum Okręgowego w Częstochowie* 5, *Przyroda* 2: 51–60.
- Sokołowski, K., 1939. Catopiden aus den Höhlen des Schneeberggaues. *Beiträge zur Biologie des Glatzer Schneeberges*, 5:415–426, Breslau.
- Szymczakowski, W., 1957. Catopidae (Coleoptera) des grottes dans les Sokole Góry près de Częstochowa. *Acta Zoologica Cracoviensia* 1(4): 65–115.

Chronostratygrafia osadów Jaskini Perspektywicznej

Chronostratigraphy of the sediments of Perspektywiczna Cave

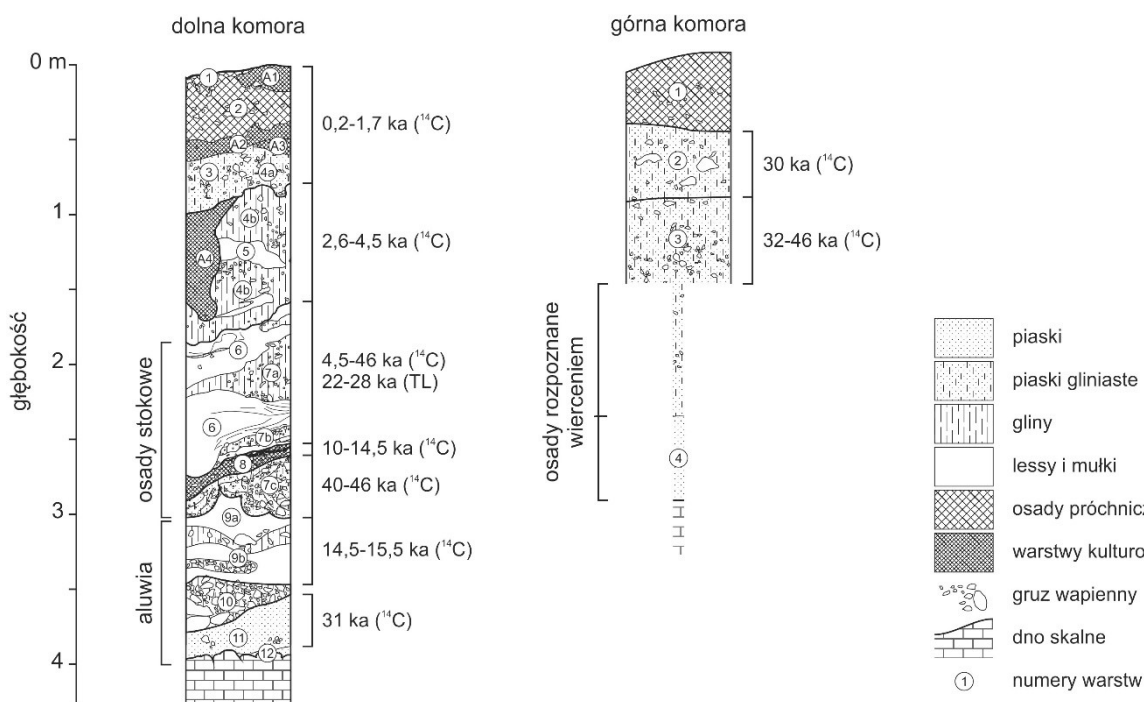
Maciej T. Krajcarz¹, Magdalena Krajcarz², Magdalena Sudoł-Procyk²

¹ Instytut Nauk Geologicznych PAN, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; mkrajcarz@twarda.pan.pl

² Instytut Archeologii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Szosa Bydgoska 44/48, 87-100 Toruń; magkrajcarz@umk.pl, sudol@umk.pl

Jaskinia Perspektywiczna to ważne stanowisko osadów plejstocénskich i holocénskich, położone w południowej części Wyżyny Częstochowskiej (gm. Wolbrom, pow. olkuski). W latach 2012–2017, w ramach badań wykopaliskowych, pozyskano tutaj bogaty zespół fauny kopalnej i materiałów archeologicznych. Stratygrafia stanowiska jest skomplikowana ze względu na urozmaiconą morfologię dna jaskini oraz postdepozycyjne zaburzenia osadów. W namulisku w dolnej komorze jaskini daje się wyodrębnić 20 warstw litologicznych, a w górnej komorze 4 warstwy. Datowanie warstw opiera się na różnych metodach: archeologicznej (materiały od późnego paleolitu po nowożytność – Sudoł *et al.* 2016), biostratygraficznej (zespoły faunistyczne interpleniglacjału ostatniego zlodowacenia, późnego glacjału oraz holocenu aż po faunę współczesną – Sudoł *et al.* 2016), litostratygraficznej (serie VI i VIII-IX wg Madeyskiej 1988 oraz lessy serii E wg Krajcarza *et al.* 2016) oraz na wynikach datowań chronometrycznych. Dotychczas uzyskano serię 76 dat radiowęglowych i 4 dat termoluminescencyjnych.

Datowania radiowęglowe (¹⁴C) wykonano na kołagenie kostnym (68 kości i zębów kopalnych) oraz na celulozie (8 węgielków) w Poznańskim Laboratorium Radiowęglowym.



Ryc. 1. Chronostratygrafia warstw z Jaskini Perspektywicznej w oparciu o datowania radiowęglowe (¹⁴C) i termoluminescencyjne (TL). Skrót „ka” oznacza wiek osadu lub jego składników (kości, zębów, węgielków) w tysiącach lat

Daty pokrywają przedział czasu od $44\,000 \pm 2\,000$ do 265 ± 30 lat BP (daty niekalibrowane). Wśród uzyskanych wyników jest 37 dat reprezentujących holocen, 8 dat przypadających na późny glacjał i 31 na interpleniglacjał ostatniego zlodowacenia.

Datowania termoluminescencyjne (TL) wykonano na materiale lessowym w Katedrze Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu Uniwersytetu Gdańskiego. Daty pokazują rozpiętość od $22,3 \pm 3,1$ do $28,2 \pm 3,9$ ka (tysięcy lat temu), co odpowiada maksimum ostatniego zlodowacenia i głównemu okresowi sedymentacji lessów w południowej Polsce (Krajcarz *et al.* 2016).

Niespójności w chronologii warstw, zaznaczające się w dolnej komorze (ryc. 1), wynikają z postdepozycyjnych zaburzeń związanych z procesami stokowymi, takimi jak spłukiwanie oraz spływy błotne i błotno-gruzowe. Materiał budujący warstwy 6-7a-7b-7c-8 został w znacznej mierze przemieszczony z górnej komory i przemieszany z młodszymi osadami. Pewien wpływ na zaburzenia stratygrafii miało też kopanie nor przez zwierzęta. Pozostałości nor są liczne w namulisku, ale trudno rozpoznawalne. Znaczny udział w zaburzeniu układu stratygraficznego miało też powstanie antropogenicznego wkopu (warstwa A4).

Bogata seria dat czyni Jaskinię Perspektywiczną jednym z najszczegółowiej rozpoznanych chronostratygraficznie stanowisk klastycznych osadów jaskiniowych w Polsce.

Badania w Jaskini Perspektywicznej realizowane były w ramach dwóch projektów Narodowego Centrum Nauki: w latach 2012-2014 grant nr 2011/01/N/HS3/01299, a w latach 2015-2017 grant nr 2014/15/D/HS3/01302. Daty pozyskano w ramach realizacji ww. projektów oraz projektu Narodowego Centrum Nauki nr 2013/14/D/HS3/03842.

Literatura

- Krajcarz, M. T., Cyrek, K., Krajcarz, M., Mroczek, P., Sudoł, M., Szymanek, M., Tomek, T., Madeyska, T., 2016. Loess in a cave: Lithostratigraphic and correlative value of loess and loess-like layers in caves from the Kraków-Częstochowa Upland (Poland). *Quaternary International*, 399: 13–30.
- Madeyska, T., 1988. Osady jaskiń i schronisk Doliny Sąspowskiej, [w:] W. Chmielewski (red.), *Jaskinie Doliny Sąspowskiej. Tło przyrodnicze osadnictwa pradziejowego*. Wydawnictwo UW, Warszawa, s. 77–173.
- Sudoł, M., Krajcarz, M., Krajcarz, M. T., 2016. Wyniki interdyscyplinarnych badań Jaskini Perspektywicznej (Wyżyna Częstochowska) w latach 2014–2016, [w:] J. Urban (red.), *Materiały 50. Sympozjum Speleologicznego*. Sekcja Speleologiczna PTP im. M. Kopernika, Kraków, s. 145–146.

Historické pramene k dejinám vývoja záujmu o jaskyne Liptova

Miroslav Kudla¹

¹Štátna ochrana prírody SR, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš, Slovakia; miroslav.kudla@ssj.sk

Dejiny vývoja záujmu o jaskyne regiónu Liptov dokladá množstvo rozličných historických prameňov. V porovnaní s väčšinou oblastí historickej vedy majú v tomto prípade zásadný význam aj pramene naračné. Stretávame sa so špecifickým typom historických prameňov, ktorý predstavujú epigrafické nálezy v jaskyniach. Naopak písomné pramene úradného či súkromného charakteru, alebo zmienky v literatúre majú v istom období obmedzený záber. Pri vytváraní komplexného obrazu o dejinách záujmu o jaskyne je potrebná syntéza všetkých druhov dostupných prameňov, pričom každý má svoje osobitosti, ktoré predstavíme podľa ich klasifikácie.

1. Písomné pramene predstavujú najdôležitejší pramenný materiál historického bádania a vo väčšine oblastí výskumu historickej vedy sú často aj jediným relevantným pramenným materiálom. Prvou písomnou zmienkou viažúcou sa k liptovským jaskyniam je listina Ostrihomskej kapituly z roku 1299, ktorá sa len marginálne dotýka jaskýň Demänovskej doliny. Vďaka Martinovi Szentiványimu sa v roku 1689 dostáva do literatúry aj zmienka o jaskyniach v Svätajánskej doline. Prameňom, ktorý nie len sumarizoval časť vtedy známych poznatkov o liptovských jaskyniach, ale aj predurčil a podmienil smerovanie ďalšieho vedeckého záujmu o jaskyne regiónu, sú práce Mateja Bela (Prikryl, 1985). Okrem informácií o demänovských jaskyniach sa tu objavujú aj veľmi strohé zmienky o Svätajánskych jaskyniach a Liskovskej jaskyni, čo determinovalo záujem časti vzdelancov o konkrétne jaskyne Liptova, v dôsledku čoho dobová odborná literatúra v nasledujúcom storočí existenciu iných ako Demänovských jaskýň príliš nereflektuje. Na konci 19. storočia vedel vtedajší vedecký svet o existencii len piatich jaskýň regiónu Liptov vďaka im venovaným literárnym zmienkam (Volko-Starohorský, 1905).

2. Epigrafické nálezy v jaskyniach prinášajú komplexnejší pohľad na mieru poznania jaskýň v období, kedy sa vedecký záujem úzko špecifikuje len na demänovské jaskyne.

Najstarším známym nápisom v liptovských jaskyniach je signatúra „Matthias rex“ s letopočtom 1689 v Jazernej chodbe (Lalkovič, 2013). O dva roky mladší nápis obsahujúci letopočet 1691 pochádza zo Západného konca Liskovskej jaskyne. Množstvo epigrafických nálezov z 18. a 19. storočia obsahujúcich signatúry aj letopočty dokumentuje existujúci záujem o jaskyne aj v podmienkach úplnej absencie literárnych písomných prameňov. Nápis v jaskyniach významne dopĺňajú mozaiku histórie Liskovskej jaskyne, Stanišovských jaskýň, Mošnice, ale aj Demänovských jaskýň. Doteraz neobjasnenou zostáva otázka pravosti a obsahu zničeného nápisu v Kostrovej jaskyni.

3. Naračné pramene sú osobitým typom historického prameňa ústnej povahy, ktorých obsah sa zachoval, zároveň formoval a deformoval reprodukciou informácií o jaskyniach formou povestí, ktoré sa dochovali v ľudovej slovesnosti miestneho obyvateľstva. Hodnotný pramenný materiál v podobe prepisu rozprávania obyvateľov žijúcich v blízkosti jaskýň, najmä Liskovskej jaskyne, je obsiahnutý v správach Liptovského múzea. Regionálne povesti obsahujú zmienky o jaskyniach ako Kostrmanka, Čereňa či Sokolova jaskyňa, ktoré odborná literatúra do konca 19. storočia nepozná. Ústnym podaním sa zachovávajú aj zmienky o osídlení niektorých jaskýň v novoveku a ako jediné približujú využívanie Baraskulinej či Školníkovej jaskyne (Chomová, 2004).

4. Hmotné pramene ako pozostatky po ľudskej činnosti v jaskyniach sú hodnoverným a v prípade využívania jaskýň v prehistorickom období aj jediným historickým prameňom dokumentujúcim záujem o ne. V podmienkach nedostatočného archeologického bádania odhalil množstvo prehistorických či recentných nálezov speleologický prieskum (Bárta, 1996). To je prípad náhodného objavenia časti atypickej ľudskej lebky v Liskovskej jaskyni s podobnými znakmi aké vykazovala lebka nájdená Béloom Majláthom v roku 1871 (Majláth, 1874). Mnohé recentné nálezy dopĺňajú mozaiku poznatkov o využívaní jaskýň. Medzi také patria antropogénne formy a nálezy v Liskovskej jaskyni dopĺňajúce poznatky o jej refugiálnom a vojenskom využití po vypuknutí SNP. Niektoré výkopy v sedimentoch dna jaskyne korelujú so staršími literárnymi opismi výkopov prisudzovaných hľadačom pokladov, či predstavujú pozostatok po priekopníckych archeologických sondách v poslednej tretine 19. storočia (Piecka, 1942).

Literatúra

- Bárta, J., 1996. Liptovské jaskyne v praveku, [In:] M. Lalkovič (ed.), Kras a jaskyne – výskum, využívanie a ochrana. Zborník referátov z vedeckej konferencie, Liptovský Mikuláš 10. – 11. 10. 1995. SMOPaJ, Liptovský Mikuláš, 31–35.
- Lalkovič, M. 2013. Písané pamiatky v jaskyniach na Slovensku. Slovenský kras, 51, 2, 121–147.
- Prikryl, L'. V. 1985. Dejiny speleológie na Slovensku. Veda, Bratislava, ss. 158.
- Volko-Starohorský, J. V. 1905. O jaskyni pod Mníchom. Národné noviny, 36, 100.
- Chomová, I., 2004. Baraskulina jaskyňa. Sinter, 12, 51–52.
- Majláth, B., 1974. Baráthe gyi barlang. Archeologiai Kozlamányek. 9, 6, 2.

Detection of permafrost based on cryogenic phenomena in caves

Ľubica Luhová¹, Rastislav Milovský¹, Juraj Šurka¹, Pavol Herich²

¹ *Earth Science Institute of the Slovak Academy of Sciences, Ďumbierska 1, Banská Bystrica, 974 11, Slovakia;
luhova@savbb.sk, milovsky@savbb.sk, surka@savbb.sk*

² *Slovak cave Administration, Hodžova 11, Liptovský Mikuláš, 0310, Slovakia; herich@speleodd.sk*

One of the best paleoclimatic archives are secondary cave fills including stalagmites and flowstones, which almost perfectly reflect climatic changes on the Earth's surface, allowing very good reconstruction of paleoclimate.

Past cold periods of Quaternary are characterized by presence of permafrost, which caused the emergence of cryogenic phenomena. With onset of permafrost above the cave water drip is restricted, which is reflected by slowing or interruption of speleothem growth. Drip and speleothem growth completely stops after buildup of continuous permafrost. With its next progress the cave halls become undercooled below freezing point. During the interglacials permafrost start to melt, and water drip in cave is re-established. In undercooled cave halls, an ice monolith begins to form, which causes cryogenic destruction of speleothems and wallrocks by thermal contraction of ice and its movements due to melting.

In course of our research we collected following evidence of past permafrost in Slovak caves:

- Cryogenic cave carbonates (CCC, Žák et al., 2004; Orvošová et al., 2014), which crystallized in ice monoliths and are found mostly in the middle of the large domes. In Slovakia we evidenced 25 caves with CCC at different altitudes, the lowest one in Čachtická jaskyňa in the Malé Karpaty Mts. (335 m a.s.l.) and the highest one in Jaskyňa snečného lúča in the Nízke Tatry Mts. (1698 m a.s.l.).
- Ice-fractured flowstone crusts with thickness up to 50 cm (Demänovská jaskyňa mieru - Dukelský dóm), often forming polygonal mosaics with chaotically oriented cracks.
- Ice attachments (Žák et al., 2018) are fragments of speleothems or wallrocks, cemented to an inclined substrate. During the cementation process they were supported by the ice surface and after ice melting they remained in unstable position.
- Robust stalagmites, that are broken by ice and their fragments are scattered, often with an antigravity shift, usually cemented in its new place (Jaskyňa Zlomísk, Závojevý dóm).
- In special cases cryogenically broken and fallen stalagmites were discordantly overgrown by a new phase. They allow us to construct stable isotope profiles to verify, if they are continuous at the breaking point or discordant. Seismic fracturing would result in continuous isotope curve. However, our curves show distinct leaps at the discordance, suggesting a longer hiatus with distinct climate change. Additionally, these broken-overgrown stalagmites enable us to date some important events: 1) start of growth of old phase, 2) cease of its growth after buildup of permafrost, 3) start of growth of new phase after melting of ice fill.

Above described cryogenic features often accompany occurrences of CCC. They have been found in 36 cave sites scattered through large territory of Slovakia and they confirm wide presence of permafrost in last glacial cycle.

Literatura

- Žák, K., Lipták, L., Filippi, M., Orvošová, M., Hercman, H., Matoušková, Š., 2018. Cryogenic carbonates and cryogenic speleothem damage in the Za Hájojnou Cave (Javoříčko Karst, Czech Republic), Geological Quarterly, accepted.
- Žák, K., Urban, J., Cílek, V., Hercman, H., 2004. Cryogenic cave calcite from several Central European caves: age, carbon and oxygen isotopes and a genetic model, Chem. Geol., 206: 119–136., ISSN 1338-7189.
- Orvošová, M., Deininger, M., Milovský, R., 2014. Permafrost occurrence during the Last Permafrost Maximum in the Western Carpathian Mountains of Slovakia as inferred from cryogenic cave carbonate. Boreas, 43(3): 750–758. DOI: 10.1111/bor.12042.

Kopalna fauna jaskiń Góry Połom (Góry Kaczawskie, SW Polska)

The fossil fauna of Połom Mt caves (Kaczawskie Mts, SW Poland)

Adrian Marciszak¹, Wiktoria Gornig¹, Krzysztof Demidziuk²,
Krzysztof Stefaniak¹, Andrzej Wiśniewski³

¹ Zakład Paleozoologii, Instytut Biologii Środowiskowej, Uniwersytet Wrocławski, ul. Sienkiewicza 21, 50-335 Wrocław; adrian.marciszak@uwr.edu.pl, wiktoria.gornig@uwr.edu.pl, krzysztof.stefaniak@uwr.edu.pl

² Muzeum Archeologiczne-Arsenał, ul. Cieszyńskiego 9, 50-136 Wrocław; kdemidziuk@mmw.pl

³ Zakład Archeologii Epoki Kamienia, Instytut Archeologii, Wydział Nauk Historycznych i Pedagogicznych, Uniwersytet Wrocławski, ul. Szewska 48, 50-139 Wrocław; andrzej.wisniewski@uwr.edu.pl

Góra Połom (Kitzelberg) jest szczytem o wys. 667 m n. p. m. zlokalizowanym w Górach Kaczawskich w pobliżu miasta Wojcieszów w Sudetach Zachodnich. Masyw zbudowany jest z wapieni krystalicznych (marmurów) z wkładkami fyllitów, łupków węglanowych, łupków serycytowo-chlorytowych, łupków węglanowo-kwarcowo-serycytowych, zieleńców i łupków zieleńcowych. Są to skały metamorficzne pochodzące z górnego kambru i należące do metamorfizmu kaczawskiego. Te starsze skały metamorficzne pocięte są żyłami młodszych porfirów (Kowalski 1951).

W wapieniach tychże wykształciły się liczne zjawiska krasowe takie jak leje i jaskinie. Niektóre z nich jak jaskinia Południowa (Kitzelhöhle) znane są już od ponad 300 lat (Volkman 1720). Wiele z nich odznacza się (czy raczej odznaczało) bogatą szatą naciekową. Ciągłe odkrywane są jednak nowe jaskinie i szczeliny skalne, które jednak są systematycznie niszczone w wyniku działalności kamieniołomów. Eksploatacja kamieniołomów na górze Połom sięga blisko 280 lat wstecz, kiedy to z inicjatywy króla pruskiego Fryderyka II Wielkiego w 1742 r. rozpoczęły na SW zboczu góry działalność kamieniołom marmuru (Langenheim 1936, Demidziuk 2012). Jednak dopiero powstanie i rozwój dużych zakładów wapienniczych (Kalkwerk Tschirnhaus), eksploatujących złoża wapieni na skalę przemysłową spowodował odkrywanie nowych jaskiń i wzrost zainteresowania znajdowanymi w ich sedymentach szczątkami kostnymi (Zotz 1936, 1939, Demidziuk 2012). Jakkolwiek znaleziska kostne z tego terenu były wzmiankowane już 150 lat temu (Römer 1875), to dopiero od około 100 lat możemy mówić o zainteresowaniu badaniami tego rejonu. W latach 1919-1945 jaskinie te były przedmiotem mniej lub bardziej regularnych badań, gdzie dużą rolę odegrali archeolodzy-amatorzy jak Hugo Wenke i Max Hellmich (Demidziuk 2012). W latach 30. XX w. regularne badania zostały przeprowadzone przez L. Zotza, który przedstawił ich rezultaty w monografii (Zotz 1939). W okresie i po drugiej wojnie światowej nie prowadzono już regularnych wykopalisk, jednak ciągle były i są znajdowane szczątki kostne, które różnymi drogami dostają się do placówek badawczych i kolekcji prywatnych. Obecnie są one zlokalizowane w co najmniej 11 miejscach na terenie Polski.

Wskutek prowadzonej obecnie intensywnej rewizji starych kolekcji, udało się częściowo zrekonstruować bogactwo znajdowanej tam fauny. Jako przykład można podać jaskinię Południową, gdzie badania niemieckie doprowadziły do odkrycia tylko drobnej fauny: *Rhinolophus* aff. *ferrumequinum*, *Myotis* sp., *Baranomys langenhani* and *Glis glis* (Bieroński i in. 2007). Jednak postępujące niszczenie jaskini doprowadziło do odsłonięcia kolejnych sedymentów, skąd pochodzą znaleziska dużych, środkowoplejstoczeńskich drapieżników: euroazjatyckiego likaona *Lycaon* (*Xenocyon*) *lycaonoides*, mochsbachskiego wilka *Canis mosbachensis*, pierwotnego niedźwiedzia jaskiniowego *Ursus deningeri*, dużej, pierwotnej formy niedźwiedzia

brunatnego *Ursus arctos* ssp., lwa stepowego *Panthera spelaea fossilis* i euroazjatyckiego jaguara *Panthera gombaszoegensis*. Szczątki zwierząt z kilku innych jaskiń, takich jak Północna Duża (Witschelhöhle), Północna Mała, Wschodnia (Hellmichhöhle), obok Wschodniej (Kammerberghöhle) i Wałbrzyska, będących również przedmiotem badań niemieckich naukowców, dostarczyły liczne materiały ssaków plejstocénskich z ostatniego zlodowacenia, takich jak wilk jaskiniowy *Canis lupus spelaeus*, niedźwiedź jaskiniowy *Ursus ex. gr. spelaeus*, rosomak *Gulo gulo*, lew jaskiniowy *Panthera spelaea spelaea*, renifer *Rangifer tarandus* czy koń *Equus caballus*. Nieistniejąca już jaskinia Naciekowa dostarczyła bogatego materiału karłowatej formy stepowego niedźwiedzia jaskiniowego *Ursus rossicus* i wyjątkowo rzadko spotykanego w osadach polskich jaskiń lamparta *Panthera pardus*. Obecnie weryfikacja i rewizja starych materiałów są dopiero w trakcie realizacji i pełna lista faunistyczna będzie znana dopiero po skończeniu realizacji projektu.

Literatura

- Bieroński, J., Socha, P., Stefaniak, K., 2007. Deposits and fauna of the Sudeten caves - the state of research. *Studies of the Faculty of Earth Sciences*, 45: 183–203.
- Demidziuk, K., 2012. Archiwalia sprzed 1945 roku do archeologii polskich Sudetów - Góry Kaczawskie w Sudetach Zachodnich. *Silesia Antiqua*, 48: 275–305.
- Kowalski, K., 1951. *Jaskinie Polski, I*. Wiedza Powszechna, Warszawa, ss. 466.
- Langenheim, K., 1936. Die Wanderversammlung der Schlesischen Alterumsverein in Kauffung, Kr. Goldberg. *Altschlesische Blätter*, 11(5): 148–153.
- Römer, F., 1875. Über einem am Kitzelberg bei Kauffung gefunden Bärenunterkiefer. *Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für Vaterländische Kultur*, 52: 23.
- Volkman, G. A., 1720. *Silesia subterranea*. Moritz Georg Weidmann, Germany, ss. 480.
- Zotz, L., 1936. Die altsteinzeitlichen Fundplätze von Kauffung and der Katzbach. *Altschlesische Blätter*, 11(3-4): 75–79.
- Zotz, L. F., 1939. *Die Altsteinzeit in Niederschlesien*. Kabitsch Verlag, Leipzig, ss. 144.

Grzyby mikroskopijne zasiedlające wybrane jaskinie Karpat Zachodnich (Słowacja)

Microscopic fungi occurring in selected caves of the Western Carpathians (Slovakia)

Rafał Ogórek¹

¹ Uniwersytet Wrocławski, Instytut Genetyki i Mikrobiologii, Zakład Genetyki, ul. Przybyszewskiego 63/77, 51-148 Wrocław; rafal-ogorek@wp.pl, rafal.ogorek@uwr.edu.pl

Naturalne i sztuczne ekosystemy podziemne są głównie miejscem bytowania grzybów workowych (*Ascomycota*). Szacuje się, że gatunki należące do tej gromady stanowią około 69% wszystkich grzybów izolowanych z obiektów podziemnych. Kolejne grupy tworzą grzyby zaliczane do *Basidiomycota* (20,0%), *Zygomycota* (6,6%), *Mycetozoa* (2,6%), *Oomycota* (1,0%) i 0,8% pozostałe (Vanderwolf *et al.* 2013). Zwykle w okresie letnim w obiektach podziemnych dominują grzyby zaliczane do rodzaju *Cladosporium*, a podczas zimy z rodzaju *Penicillium* (Pusz *et al.* 2015, Ogórek *et al.* 2014, Ogórek *et al.* 2017).

Celem badań była pierwsza ocena speleomikologiczna wybranych jaskiń na Słowacji, które są udostępnione turystycznie i są jednocześnie miejscem bytowania nietoperzy. Badania terenowe przeprowadzono w 2014 roku i wytypowano do nich Demianowską jaskinię Wolności (słow. *Demänovská jaskyňa slobody*), Demianowską jaskinię Lodową (słow. *Demänovská ľadová jaskyňa*), jaskinię Driny (słow. *jaskyňa Driny*) i jaskinię Harmanecką (słow. *jaskyňa Harmanecká*).

Obie jaskinie Demianowskie znajdują się na północnej stronie Tatr Niskich (słow. *Nízke Tatry*), jaskinia Driny ulokowana jest w Małych Karpatach (słow. *Malé Karpaty*), a jaskinia Harmanecka w południowej części pasma Wielkiej Fatry (słow. *Veľká Fatra*). Wszystkie obiekty powstały w skałach wapiennych i zaliczane są do ważniejszych zimowisk nietoperzy na Słowacji (Bella 2003, Marušin 2003, Lehotská i Lehotský 2009).

Na podstawie ww. badań powstało 7 artykułów naukowych, które były podstawą uzyskania stopnia doktora habilitowanego (Ogórek *et al.* 2016a, Ogórek *et al.* 2016b, Ogórek *et al.* 2016c, Ogórek *et al.* 2016d, Ogórek 2018a, Ogórek 2018b, Ogórek *et al.* 2018). Do najważniejszych osiągnięć związanych z opisaną powyżej tematyką badawczą można zaliczyć:

1. wykrycie nowych gatunków grzybów dla ekosystemów podziemnych (w powietrzu, na powierzchniach skalnych i w zbiornikach wodnych),
2. określenie różnorodności gatunkowej grzybów mikroskopijnych występujących w badanych jaskiniach,
3. pierwsze na świecie opisanie *Penicillium glandicola*, jako gatunku wykazującego aktywny wzrost na osadach naściennych w obiektach podziemnych wraz z charakterystyką tej kultury pod względem genotypowym, fenotypowym i fizjologicznym,
4. poszerzenie dotychczasowej wiedzy na temat zależności między temperaturą i wilgotnością powietrza, a liczebnością zarodników grzybowych występujących w powietrzu obiektów podziemnych,
5. ustalenie, że jakość mykologiczna powietrza w badanych obiektach nie stwarzała zagrożenia dla zdrowia ludzi z nieupośledzonym układem odpornościowym,
6. ustalenie, że grzyby epilityczne zasiedlające skały badanych jaskiń mogą przyczyniać się do ich biodegradacji.

Literatura

- Bella, P., 2003. Slovensko – Sprístupnené Jaskyne, Liptovský Mikuláš, Grafon, ss. 64.
- Lehotská, B. & Lehotský, R., 2009. 15 rokov zimného monitoringu netopierov v jaskyni Driny. *Arago-nit*, 14(2): 171–172.
- Marušin, M., 2003. Geological conditions - factor of origin of two different cave systems in two adjacent valleys (the Demänovská Valley and the Jánska Valley, the Low Tatras, Slovakia). *Acta Carsologica*, 32(1): 121–130.
- Ogórek, R., 2018a. Fungal communities on rock surfaces in Demänovská Ice Cave and Demänovská Cave of Liberty (Slovakia). *Geomicrobiology Journal*, 35(4): 266–276.
- Ogórek, R., 2018b. Speleomycology of air in Demänovská Cave of Liberty (Slovakia) and new airborne species for fungal sites. *Journal of Cave and Karst Studies*, 80(3), doi: 10.4311/2018MB0104
- Ogórek, R., Kozak, B., Višňovská, Z. & Tančinová, D., 2018. Phenotypic and genotypic diversity of airborne fungal spores in Demänovská Ice Cave (Low Tatras, Slovakia). *Aerobiologia*, 34(1): 13–28.
- Ogórek, R., Pusz, W., Zagożdżon, P.P., Kozak, B. & Bujak H., 2017. Abundance and diversity of psychrotolerant cultivable mycobiota in winter of a former aluminous shale mine. *Geomicrobiology Journal*, 34(10): 823–833.
- Ogórek, R., Dyląg, M. & Kozak, B., 2016a. Dark stains on rock surfaces in Driny Cave (Little Carpathian Mountains, Slovakia). *Extremophiles*, 20(5): 641–652.
- Ogórek, R., Dyląg, M., Kozak, B., Višňovská, Z., Tančinová, D. & Lejman, A., 2016b. Fungi isolated and quantified from bat guano and air in Harmanecká and Driny Caves (Slovakia). *Journal of Cave and Karst Studies*, 78(1): 41–49.
- Ogórek, R., Dyląg, M., Višňovská, Z., Tančinová, D. & Zalewski, D., 2016c. Speleomycology of air and rock surfaces in Driny Cave (Lesser Carpathians, Slovakia). *Journal of Cave and Karst Studies*, 78(2): 119–127.
- Ogórek, R., Višňovská, Z. & Tančinová, D., 2016d. Mycobiota of underground habitats: case study of Harmanecká Cave in Slovakia. *Microbial Ecology*, 71(1): 87–99.
- Ogórek, R., Pusz, W., Lejman, A. & Uklańska-Pusz C., 2014. Microclimate effects on number and distribution of fungi in the Włodarz underground complex in the Owl Mountains (Góry Sowie), Poland. *Journal of Cave and Karst Studies*, 76(2): 146–153.
- Pusz, W., Ogórek, R., Knapik, R., Kozak, B. & Bujak H., 2015. The occurrence of fungi in the recently discovered Jarkowicka cave in the Karkonosze Mts. (Poland). *Geomicrobiology Journal*, 32(1): 59–67.
- Vanderwolf, K.J., Malloch, D., McAlpine, D.F. & Forbes, G.J., 2013. A world review of fungi, yeasts, and slime molds in caves. *International Journal of Speleology*, 42(1): 77–96.

Dermatofity występujące w jaskini Harmanecká (Słowacja)

Dermatophytes occurring in Harmanecká Cave (Slovakia)

Rafał Ogórek¹, Mariusz Dyląg¹

¹ Uniwersytet Wrocławski, Instytut Genetyki i Mikrobiologii, Zakład Genetyki, ul. Przybyszewskiego 63/77,
51-148 Wrocław; rafal.ogorek@uwr.edu.pl, mariusz.dylag@uwr.edu.pl

W ekosystemach podziemnych grzyby głównie pełnią rolę destruentów, ale mogą być także źródłem pokarmu, m.in. dla stawonogów oraz przyczyniać się do biodegradacji skał, powodować niszczenie historycznych malowideł naściennych lub innych pamiątek historycznych. W pewnych sytuacjach mogą też stwarzać zagrożenie biologiczne dla ludzi i zwierząt (Barton i Northup 2007, Saiz-Jimenez *et al.* 2012, Kokurewicz *et al.* 2016). Dodatkowo globalne ocieplenie, czynniki antropogeniczne, jak i obecność nietoperzy w obiektach podziemnych mogą przyczyniać się do zmian jakościowych i ilościowych w składzie mykobiota tego typu ekosystemów (Rdzanek *et al.* 2015, Kokurewicz *et al.* 2016).

Bioróżnorodność wielu specyficznych grup grzybów mikroskopijnych (*micromycetes*) nie została jeszcze poznana w ekosystemach podziemnych. Do jednej z nich można zaliczyć dermatofity (Lurie i Way 1957). Podobnie jak pleśnie (*moulds*) dermatofity zaliczane są do tzw. grzybów strzępkowych (*filamentous fungi*). Wspólną cechą dermatofitów jest zdolność rozkładu keratyny, co predysponuje je do wywoływania infekcji powierzchniowych. Te keratynofilne grzyby mogą więc kolonizować zrogowaciałe struktury takie jak naskórek, włosy czy paznokcie. Z taksonomicznego punktu widzenia dermatofity klasyfikuje się w obrębie trzech anamorficzných rodzajów (*Epidermophyton*, *Microsporum* i *Trichophyton*), które skupiają liczne gatunki chorobotwórcze dla człowieka i zwierząt (Trzmiel *et al.* 2011).

Celem przeprowadzonych w jaskini Harmanecká badań była ocena mykologiczna próbek gleby pod względem występowania dermatofitów. Dodatkowo wyizolowane gatunki dermatofitów scharakteryzowano pod względem fenotypowym i genotypowym.

Jaskinia Harmanecká jest zlokalizowana w południowej części pasma Wielkiej Fatry (słow. *Veľká Fatra*) i powstała w skałach wapiennych. Od 1950 roku jest udostępniona turystycznie i należy do najbardziej znaczących stanowisk występowania nietoperzy na Słowacji (Bella 2003, Marušin 2003, Lehotská i Lehotský 2009).

Próbki gleby i osadów do badań pobrano 24 lipca 2014 roku z miejsc na zewnątrz jaskini i w jej wnętrzu. Grzyby keratynofilne, w tym dermatofity izolowano z próbek gleby przy użyciu pułapki Vanbreuseghema. Wstępną identyfikację gatunkową wyizolowanych kultur przeprowadzono w oparciu o klasyczne testy diagnostyczne, preparaty mikroskopowe i dostępne monografie. W celu potwierdzenia przynależności gatunkowej wykorzystano technikę sekwencjonowania fragmentów ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') i ITS4 (5'-TCC-TCCGCTTATTGATATGC-3') amplifikowanych w reakcji PCR i specyficznych dla poszczególnych izolatów. Uzyskana podczas badań sekwencja rDNA została zarchiwizowana w bazie – National Center for Biotechnology Information. W celu dokonania oceny możliwości asymilacji różnych źródeł węgla wykorzystano komercyjnie dostępny test API 20C AUX. Z kolei, zdolność rozkładu keratyny badano z wykorzystaniem testu perforacji włosa *in vitro*. Ponadto, dokonano oceny wzrostu wyizolowanych szczepów w 37 °C z wykorzystaniem standardowego podłoża Sabourauda.

Z próbek gleby i osadów pobranych wewnątrz i na zewnątrz jaskini Harmenackà wyizolowano jeden szczep przejawiający zdolności keratynofilne, który na podstawie testów fenotypowych i narzędzi biologii molekularnej zidentyfikowano jako *Paraphyton cookei* (Ajello) Y. Gräser, Dukik & de Hoog (syn. *Arthroderma cajetani*, *A. racemosa*, *Microsporum cookei*, *M. racemosum*, *Nannizzia cajetana* i *N. racemosa*). Przeprowadzone testy pozwoliły wykazać, że uzyskany gatunek może powodować infekcje tkanek powierzchniowych, gdyż był w stanie rozkładać keratynę i rosnąć w 37°C. Wykazano także zdolność asymilacji różnych źródeł węgla w oparciu o test biochemiczny API 20C AUX oraz różne tempo wzrostu i różnice w makromorfologii kolonii w zależności od rodzaju zastosowanych podłoży hodowlanych wykorzystywanych w rutynowej diagnostyce dermatofitów.

Literatura

- Barton, H.A. & Northup, D.E., 2007. Geomicrobiology in cave environments: past, current and future perspectives. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69(1): 163–178.
- Bella, P., 2003. Slovensko – Sprístupnené Jaskyne, Liptovský Mikuláš, Grafon, ss. 64.
- Kokurewicz, T., Ogórek, R., Pusz, W. & Matkowski, K., 2016. Bats increase the number of cultivable airborne fungi in the “Nietoperek” bat reserve in Western Poland. *Microbial Ecology*, 72(1): 36–48.
- Lehotská, B. & Lehotský, R., 2009. 15 rokov zimného monitoringu netopierov v jaskyni Driny. *Aragonit*, 14(2): 171–172.
- Lurie H.I. & Way, M., 1957. The isolation of dermatophytes from the atmosphere of caves. *Mycologia*, 49: 178–180.
- Marušin, M., 2003. Geological conditions - factor of origin of two different cave systems in two adjacent valleys (the Demänovská Valley and the Jánka Valley, the Low Tatras, Slovakia). *Acta Carsologica*, 32(1): 121–130.
- Rdzanek, M., Pusz, W., Gębarowska, E. & Płaskowska, E., 2015. Airborne bacteria and fungi in a coal mine in Poland. *Journal of Cave and Karst Studies*, 77(3): 177–182.
- Saiz-Jimenez, C., Miller, A.Z., Martin-Sanchez, P.M. & Hernandez-Marine, M., 2012. Uncovering the origin of the black stains in Lascaux Cave in France. *Environmental Microbiology*, 14(12): 3220–3231.
- Trzmiel, D., Lis-Święty, A. & Bergler-Czop, B., 2011. Klinika zakażeń grzybiczych skóry i jej przydatków w praktyce lekarza rodzinnego – problem ciągle aktualny. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 17(4): 212–217.

Last interglacial climate variability observed in stalagmites from Central and South Eastern Europe

Klimat ostatniego interglacjalu. Rekonstrukcja w oparciu o stalagmity z Europe Centralnej i Południowo-Wschodniej

Jacek Pawlak¹, Marcin Błaszczuk¹, Helena Hercman¹

¹ *Institute of Geological Sciences, Polish Academy of Sciences, ul. Twarda 51/55, PL-00-818 Warszawa, Poland*

Since last 5 million years Earth climate has been dominated by characteristic for ice age cyclicity of climate change, long cold periods (glacials) were cyclically interrupted by short warm periods, known as interglacials. The last interglacial (LIG) time duration is conventionally set at 130 and 116ka, based on sea level variations and marine records. In marine sediments the LIG is defined as Marine Isotope Stage (MIS) 5e. LIG in continental Europe used to be defined as the Eemian, however Eemian doesn't cover the MIS 5e period. Eemian should be rather defined as the LIG optimum. In comparison to Holocene the LIG climate was unstable, this instability has been caused by changes in the dynamic of the North Atlantic Meridional Overturning Circulation. However, climatic mechanisms and the sequence of LIG events are only partially known. Key limitation is a lack of suitable radiometric dating techniques and precise absolute age benchmarks like: dated tephra layers or magnetic excursions. Therefore many of LIG chronologies base on indirect approaches like record alignment strategies. In this context, speleothems are chronologically robust archives because of their capability to be dated by U-series method. In Europe speleothem LIG records are known mostly from west and central part of the continent.

In this study, we present speleothem isotopic ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) records from several caves located in Central and South Eastern Europe. Three from studied stalagmites come from Western Tatra Mountains. They were taken from three different caves: Brestowska Cave, Dziura Cave and Magurska Cave, located in Slovakia and Poland. One from studied stalagmites were taken from Slobody Cave, located in Low Tatra Mountains in Slovakia. The last from studied stalagmites were taken in Bulgarian cave Orlova Chuka.

All stalagmites were successfully dated by U-series method using mass spectrometry as a measurement technique. Stable isotopic records obtained from stalagmites located in Central Europe covers period of time from ca. 165 ka to ca. 90 ka. It is possible to distinguish the cold pulses during MIS 6, stage of last interglacial development, its optimum and transition into last glacial. Bulgarian stalagmite covers period of time from ca. 135 ka to ca. 114 ka which covers whole last interglacial period.

Previously the only known isotopic record of LIG age from Central Europe was known from Baradla Cave. Results of this study bring five new stable isotopic records from Central and South Eastern Europe. It gives possibility to make a regional comparison between Western and Central Europe.

This study has been supported by grant of Polish Ministry of Science
No-2015/19/D/ST10/00571

Hiatusy w naciekach jaskiniowych – rodzaje, geneza i znaczenie paleośrodowiskowe

Hiatuses in speleothems – types, genesis and palaeoenvironmental significance

Przemysław Sala¹

¹ Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, Gronostajowa 3a, 30-387 Kraków; p.sala@doctoral.uj.edu.pl

W ostatnich latach nacieki jaskiniowe (speleotemy) stały się bardzo popularnym obiektem badań z uwagi na możliwości szczegółowego odtwarzania warunków środowiskowych panujących w czasie ich krystalizacji. Badania te opierają się na zastosowaniu wyrafinowanych metod geochemicznych (m. in.: datowania U-Th, analizy izotopów trwałych C i O oraz pierwiastków śladowych). Mniejszym zainteresowaniem cieszy się budowa wewnętrzna nacieków, pomimo tego że jest ona również nośnikiem informacji dotyczących warunków ich powstania. Prace dotyczące budowy wewnętrznej nacieków są stosunkowo nieliczne (np. Bar-Matthews *et al.*, 1999; Dziadzio *et al.*, 1993; Frisia, 1996, 2015; Gradziński *et al.*, 1997, 2012; Frisia *et al.*, 2000; Turgeon & Lundberg, 2001). Zastosowanie metod datowania izotopowego wykazało, że wzrost nacieków jaskiniowych ma bardzo często charakter epizodyczny, a hiatusy w wielu przypadkach obejmują znaczny odcinek czasu (Hercman *et al.*, 1998; Luetscher *et al.*, 2011; Farichild & Baker, 2012; Railsback *et al.*, 2013). Obecność hiatusów dokumentuje zmianę warunków środowiskowych prowadzącą do zatrzymania wzrostu, a często także niszczenia wcześniej wykrystalizowanych nacieków. Zatem, znacznie hiatusów wydaje się być bardzo istotne, a często kluczowe z punktu widzenia wszelkich analiz paleośrodowiskowych opracowywanych w oparciu o nacieki jaskiniowe. Pomimo tego charakter hiatusów, ich zróżnicowanie a także przyczyny i warunki ich powstania nie doczekały się kompleksowego opracowania. Poniższy abstrakt zawiera przegląd poglądów dotyczących hiatusów na podstawie danych zawartych w literaturze oraz obserwacji własnych autora.

Badania budowy wewnętrznej nacieków wykazały istnienie różnych genetycznych typów hiatusów. Odznaczające się makroskopowo przerwy w trakcie wzrostu nacieków powstają na skutek mechanicznej dezintegracji powodowanej przez odmienne czynniki (np. zamróz, wstrząs sejsmiczny, działalność ludzi lub zwierząt). W przypadku złamania nacieku zaobserwować można ostrą granicę o nieregularnym przebiegu. Wychylenie nacieku na skutek niestabilności podłoża lub jego erozji wiąże się z przemieszczeniem się jego pierwotnej osi wzrostu. Nacieki charakteryzujące się obecnością powierzchni ścięcia zwykle nie posiadają znaczących śladów korozji.

Hiatusy mogą powstawać również w wykrystalizowanych naciekach poddawanych korozji spowodowanej zmianami nasycenia wód (Railsback *et al.*, 2013; Martín-Chivelet *et al.*, 2017). W skali mikroskopowej można zaobserwować liczne zagłębienia oraz nieregularny przebieg powierzchni erozji spowodowany rozpuszczaniem węgla wapnia (mikrokorozja). Często są one pokrywane również osadem niewęglanowym (Turgeon & Lundberg, 2000; Martín-Pérez *et al.*, 2012); natomiast w miejscach jego braku wody mogą wnikać w głąb stalagmitów, przyczyniając się tym samym do ich rozpuszczania (Railsback *et al.*, 2013). Za specyficzną, jednakże dotąd niedostatecznie zbadaną, przyczynę korozji nacieków uważa się osuszenie i zmiany termiczne w obrębie jaskini przyczyniające się do kondensacji pary wodnej i uruchomienia mechanizmu korozji kondensacyjnej. Na skutek jej znikomego nasycenia przez CO₂ jest on pobierany z wnętrza jaskini zmieniając charakter wód na silnie agresywny. Obecność mikrytu

w obrębie kryształów może być przejawem korozji kondensacyjnej (Dublyansky & Dublyansky, 1998; Auler & Smart, 2004; Martín-Pérez *et al.*, 2012; Frisia, 2015).

Krótkotrwałe przerwy we wzroście nacieków mogą tworzyć się w wyniku osuszenia lub też subtelnej zmiany chemizmu wód zasilających. W przeciwieństwie do hiatusów powstałych na skutek złamania lub też korozji nacieku, okresy braku depozycji mogą być trudne do makroskopowego stwierdzenia. Zwykle zaobserwować można stopniową redukcję miąższości lamin poniżej hiatusu, a także zmniejszenie ich lateralnego rozprzestrzenienia. Uwidacznia jest również zmiana zabarwienia lamin na ciemniejsze tuż przed przerwą w depozycji, natomiast w budowie wewnętrznej można stwierdzić obecność aragonitu (Railsback *et al.*, 2013). Dodatkowo obserwowane są procesy mikrytyzacji oraz rekrystalizacji (Martín-Chivelet *et al.*, 2017).

Przyczyną powstawania hiatusów w trakcie wzrostu nacieków może być ponadto dostawa materiału klastycznego, zarówno z wnętrza jak również zewnątrz jaskini, powodującego zatrzymanie krystalizacji węglanu wapnia. Materiałem budującym laminy, osiagających niekiedy miąższości milimetrów, mogą być m.in.: osady silikoklastyczny, pyłki czy materia organiczna (Hercman *et al.*, 1996; Hercman *et al.*, 1998; Martín-Chivelet *et al.*, 2017).

Niedostateczne rozpoznanie charakteru hiatusów ich cech diagnostycznych oraz ich znaczenia w kontekście badań paleośrodowiskowych wymagają dalszych badań.

Literatura

- Auler, A. S. & Smart, P. L., 2004. Rates of condensation corrosion in speleothems of semi-arid northeastern Brazil. *Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers*, 2.
- Bar-Matthews, M., Ayalon, A., Kaufman, A. & Wasserburg, G. J., 1999. The Eastern Mediterranean paleoclimate as a reflection of regional events: Soreq cave, Israel. *Earth and Planetary Science Letters*, 166(1-2): 85–95.
- Dublyansky, V. N. & Dublyansky, Y. V., 1998. The problem of condensation in karst studies. *Journal of Cave and Karst Studies*, 60(1): 3–17.
- Dziedzic, P., Różniak, R., & Szulc, J., 1993. Geneza pól naciekowych z Jaskini Psiej i Naciekowej w Tatrach Zachodnich. *Przegląd Geologiczny*, 41(11): 767–775.
- Fairchild, I.J. & Baker, A., 2012. *Speleothem science: from process to past environments* (Vol. 3). John Wiley & Sons, Oxford, pp. 416.
- Frisia, S., 1996. Petrographic evidences of diagenesis in speleothems: some examples. *Speleochronos*, 7: 21–30.
- Frisia, S., 2015. Microstratigraphic logging of calcite fabrics in speleothems as tool for palaeoclimate studies. *International Journal of Speleology*, 44(1): 1–16.
- Frisia, S., Borsato, A., Fairchild, I. J. & McDermott, F., 2000. Calcite fabrics, growth mechanisms, and environments of formation in speleothems from the Italian Alps and southwestern Ireland. *Journal of Sedimentary Research*, 70(5): 1183–1196.
- Gradziński, M., Rospondek, M. & Szulc, J., 1997. Paleoenvironmental controls and microfacies variability of the flowstone cover from the Zvoniva Cave in the Slovakian Karst. *Slovak geological magazine*, 3(4): 299–313.
- Gradziński, M., Duliński, M., Hercman, H., Górny, A. & Przybyszowski, S., 2012. Peculiar calcite speleothems filling fissures in calcareous sandstones and their palaeohydrological and palaeoclimatic significance: an example from the Polish Carpathians. *Geological Quarterly*, 56(4): 711–732.
- Hercman, H., Starnawska, E. & Zink, E., 1996. Detritic contamination as an indicator of the breaks in the speleothem deposition. [In:] S. E. Lauritzen (ed.), *Climate change: The karst record*. Karst Waters Institute Special Publication, 2: 51–55.

- Hercman, H., Nowicki, T. & Lauritzen, S.E., 1998. Rozwój systemu jaskiniowego Szczeliny Chochołowskiej (Tatry Zachodnie) w świetle wyników datowania nacieków metodą uranowo-torową. *Studia Geologica Polonica*, 113: 85–103.
- Luetscher, M., Hoffmann, D. L., Frisia, S. & Spötl, C., 2011. Holocene glacier history from alpine speleothems, Milchbach cave, Switzerland. *Earth and Planetary Science Letters*, 302: 95–106.
- Martín-Chivelet, J., Muñoz-García, M.B., Cruz, J. A., Ortega, A. I. & Turrero, M. J., 2017. Speleothem Architectural Analysis: Integrated approach for stalagmite-based paleoclimate research. *Sedimentary Geology*, 353: 28–45.
- Martín-Pérez, A., Martín-García, R. & Alonso-Zarza, A. M., 2012. Diagenesis of a drapery speleothem from Castañar Cave: from dissolution to dolomitization. *International Journal of Speleology*, 41(2): 251–266.
- Railsback, L.B., Akers, P.D., Wang, L., Holdridge, G.A. & Voarintsoa, N.R., 2013. Layer-bounding surfaces in stalagmites as keys to better paleoclimatological histories and chronologies. *International Journal of Speleology*, 42: 167–180.
- Turgeon, S. & Lundberg, J., 2001. Chronology of discontinuities and petrology of speleothems as paleoclimatic indicators of the Klamath Mountains, Southwest Oregon, USA. *Carbonates and Evaporites*, 16(2): 153–167.

Nicienie z wybranych jaskiń Polski

Nematodes from selected caves of Poland

Grzegorz Sikora¹, Magdalena Kubicz¹, Joanna Kocot-Zalewska²

¹ Muzeum i Instytut Zoologii, Polska Akademia Nauk, ul. Wilcza 64,
00-679 Warszawa; gsikora@miiz.waw.pl, mkubicz@miiz.waw.pl

² Zakład Zoologii, Samodzielna Katedra Biosystematyki, Uniwersytet Opolski, ul. Oleska 22,
45-052 Opole; jzalewska@uni.opole.pl

Nicienie (Nematoda) stanowią liczną i zróżnicowaną grupę organizmów w królestwie zwierząt, w której opisano jak dotąd ponad 25 000 gatunków (Zhang 2013). Nicienie występują w różnorodnych środowiskach. Są powszechne w glebie, w wodach słodkich i słonych. Zasadniają także ekosystemy podziemne, takie jak jaskinie, kopalnie i sztolnie. Do 2017 roku z 72 jaskiń z 18-tu krajów zgłoszono występowanie 295 taksonów nicieni (Preez et al. 2017). Z Polski informację o występowaniu nicieni w jaskiniach Towarnej i Dzwonnicy podaje Dumnicka i Płotek (2013).

Wśród nicieni wyróżniamy różne typy troficzne, czyli grupy gatunków odżywiających się danym typem pokarmu i posiadających przystosowania (anatomiczne, behawioralne, fizjologiczne i inne) do jego zdobywania. Są to nicienie bakteriożerne odżywiające się bakteriami i pierwotniakami, nicienie roślinożerne i grzybożerne pasożytujące na roślinach i grzybach, nicienie drapieżne polujące na drobne bezkręgowce, nicienie wszystkożerne żywiące się zróżnicowanym pokarmem roślinnym i zwierzęcym oraz nicienie pasożytnicze kręgowców i bezkręgowców.

Celem prowadzonych badań jest poznanie składu gatunkowego nicieni występujących w jaskiniach Polski. Prezentowane wyniki są podsumowaniem pierwszej fazy badań.

Próby osadów pobrano na początku 2018 roku w jaskiniach: Pod Sokolą Górą, w Towarnej i w Dzwonnicy (Wyżyna Częstochowska) oraz w Jaskini Piekło (Region Świętokrzyski). Nicienie wyizolowano metodą wirówkową. Część z nich zakonserwowano w roztworze TAF z przeznaczeniem do analizy morfologicznej, drugą część zakonserwowano w roztworze DESS umożliwiającym późniejsze analizy genetyczne. Prezentowane wyniki uzyskano na podstawie wstępnych oznaczeń mikroskopowych.

W badanych jaskiniach stwierdzono występowanie nicieni z sześciu rzędów: Rhabditida, Dorylaimida, Tylenchida, Plectida, Triplonchida i Enoplida. Największe zróżnicowanie taksonów i większą liczebność nicieni określono w próbach pobranych w pobliżu otworów wejściowych i w miejscach zawierających materię organiczną. W próbach z Jaskini Pod Sokolą Górą najliczniejszą grupę stanowiły nicienie wszystkożerne (Dorylaimida i Enoplida). Mniej liczne były nicienie bakteriożerne (Rhabditida i Plectida), stwierdzono także występowanie nicieni drapieżnych (Triplonchida). W próbach pobranych z Jaskini Piekło oznaczono nicienie bakteriożerne (Rhabditida i Plectida), roślinożerne i grzybożerne (Tylenchida i Dorylaimida (rodzaj *Longidorus*)). Mniej licznie reprezentowane były nicienie z grupy wszystkożernych (Dorylaimida i Enoplida), najmniej zaś drapieżniki (Triplonchida). W próbach osadów uboższych pod względem zasobności materii organicznej jaskiń Towarnej i Dzwonnicy dominowały nicienie należące do grupy bakteriożernych (Rhabditida i Plectida). W próbach stwierdzono także nicienie wszystkożerne, jednak stanowiły one niewielki procent w porównaniu z nicieniami bakteriożernymi.

Badania nad fauną nicieni w jaskiniach są pierwszymi tego typu badaniami w Polsce. Wstępne zaszeregowanie zebranych nicieni do rzędów jest pierwszym krokiem do poznania składu gatunkowego nicieni w jaskiniach. Umożliwi to w przyszłości określenie stopnia powiązania poszczególnych gatunków nicieni ze środowiskiem jaskiniowym.

Literatura

- Du Preez, et al., 2017. Nematodes in caves: a historical perspective on their occurrence, distribution and ecological relevance. *Nematology*, 19 (6): 627–644.
- Dumnicka E., Płotek M., 2013. Antropogeniczne zmiany fauny bezkręgowców jaskiń Gór Towarnych (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska). *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, 69 (4): 285–296.
- Zhang, Z., 2013. Animal biodiversity: An update of classification and diversity in 2013, [In:] Z.-Q. Zhang (ed.), *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013)*. *Zootaxa*, 3703(1): 5–11.

Zapis historii paleonaprężeń w Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie

Record of paleostress history in the Niedźwiedzia Cave in Kletno

Artur Sobczyk¹, Jacek Szczygieł²

¹ Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, pl. M. Borna 9, 50–204 Wrocław, e-mail: artur.sobczyk@uwr.edu.pl

² Katedra Geologii Podstawowej, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, 41-200 Sosnowiec ul Będzińska 60

Rekonstrukcja dawnego pola naprężeń stanowi jedną z metod wykorzystywanych w geologii do odtwarzania warunków, w jakich doszło do powstania lokalnych i regionalnych stref deformacji tektonicznych obserwowanych współcześnie w odsłonięciach. Na potrzeby analizy paleonaprężeń wykonane zostały pomiary mezostrukturalne dla powierzchni uskokowych, rys ślizgowych oraz spękań opierających z uwzględnieniem przejawów mineralizacji i wskaźników kinematycznych ruchu. Wszystkie zmierzone struktury znajdowały się w obrębie wapieni krystalicznych formacji strońskiej w korytarzach Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie. Zidentyfikowano 32 powierzchnie uskokowe, na których wykonano pomiary strukturalne. Do dalszej analizy wykorzystano dane z 25 stanowisk pomiarowych. Odtworzenie przestrzennej orientacji osi naprężeń głównych σ_1 , σ_2 i σ_3 zostało wykonane z wykorzystaniem oprogramowania TENSOR z zastosowaniem metody Dihedra oraz inwersyjnej. Wyznaczono także orientację osi maksymalnej (S_H) i minimalnej (S_h) kompresji poziomej. Analizowane uskoki można podzielić na trzy grupy pod względem kinematyki ruchu: prawoskrętne W–E (15), lewoskrętne W–E (7), oraz prawoskrętne N–S (3).

Uzyskane wyniki wskazują na zapis dwóch odmiennych reżimów naprężeń w skałach formacji strońskiej: (1) starsza faza kompresji SW-NE $\sigma_1 \sim 240^\circ$ oraz (2) młodsza faza kompresji NW-SE $\sigma_1 \sim 300^\circ$. Pierwszą z nich można wiązać z etapem późnokredowej inwersji basenowej, której przejawem było m.in. ostateczne uformowanie się rowu górnej Nysy Kłodzkiej. Druga z kolei odpowiada młodszej fazie ruchów alpejskich, a obserwowana oś maksymalnych naprężeń poziomych odpowiada raportowanemu dla tej części Masywu Czeskiego współczesnemu polu naprężeń. Uzyskane wyniki nie przynoszą jednoznacznych dowodów o roli aktywnych procesów neotektonicznych w deformacji korytarzy krasowych Jaskini Niedźwiedziej. Potencjalny wpływ badanych uskoków na rozwój jaskini najprawdopodobniej ograniczony był do wykorzystania ich powierzchni przez wodę, jako dróg drenażu, już po fazie aktywności tektonicznej.

Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego o nr DEC2017/01/X/ST10/00375 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Szczątki jeleniowatych (Cervidae, Mammalia) z polskich stanowisk jaskiniowych i ich znaczenia biostratygraficzne i paleoekologiczne

Deer remains (Cervidae, Mammalia) from Polish caves and their biostratigraphic and paleoecological significance

Krzysztof Stefaniak¹, Urszula Ratajczak¹, Adam Kotowski¹

¹ Zakład Paleozoologii, Instytut Biologii Środowiskowej, Uniwersytet Wrocławski, krzysztof.stefaniak@uwr.edu.pl

Na obszarze Polski szczątki jeleniowatych występowały w ponad 60 stanowiskach, zlokalizowanych głównie w jaskiniach i schroniskach skalnych (Stefaniak 2015). W okresie neogenu występowały 3 stanowiska jaskiniowe, w dolnym plejstocenie 2, także 2 w środkowej części środkowego plejstocenu i ponad 40 z górnej części środkowego plejstocenu i z górnego plejstocenu i holocenu. Ogółem opisano ponad 5 000 szczątków, reprezentujących 3 podrodziny, 6 plemion, 17 rodzajów i 25 taksonów (16 gatunków). Jeden z nich - *Euprox furcatus* – jest znany ze środkowego miocenu, gdzie występował m. in. w Przewornie. Jego występowanie dobrze datuje to stanowisko na zonę MN 7-8. Był to pierwszy z jeleniowatych, który posiadał zrzucające się poroże z rózgą. W okresie pliocenu ilość taksonów jeleniowatych wzrasta do 8. Najliczniejszym w szczątki kostne stanowiskiem było Węże 1, w którym znaleziono szczątki 4 gatunków, datowanych na okres dolnego pliocenu zonę MN15: *Muntiacus polonicus*, *Praeclaphus warthae*, *Arvernoceros* cf. *ardei* and *Procapreolus moldavicus*. Rodzaje *Muntiacus* i *Procapreolus* reprezentują starsze formy, znane jeszcze z miocenu, natomiast rodzaje *Praeclaphus* i *Arvernoceros* pojawiły się w Europie w dolnym miocenie. Z górnego pliocenu pochodzi tylko jedno stanowisko Węże 2 (MN 16). Odkryto w nim szczątki 4 taksonów jeleniowatych: *Croizetoceros ramosus*, *Metacervoceros pardinensis*, *Arvernoceros* cf. *ardei* and *Procapreolus moldavicus*. Pierwsze 2 miały ogólnoeuropejskie rozprzestrzenienie i znane były w dolnym i środkowym pliocenie. *Procapreolus moldavicus* i *Arvernoceros* cf. *ardei* były znane wcześniej, m.in. z Węzów 1 i stanowisko Węże 2 jest ich ostatnim miejscem występowania na obszarze Polski. Granica między pliocenem i plejstoceniem była okresem znacznych zmian klimatycznych, na obszarze Europy pojawiły się zimnolubne taksony z obszaru Azji. Ten okres reprezentuje stanowisko Rębiełice Królewskie (MN16-Q1). W porównaniu do stanowisk z okresu pliocenu zauważamy zubożenie fauny jeleniowatych. Stwierdzono tu bardzo nieliczne szczątki należące do dwóch taksonów Cervidae: znanego z pliocenu *Croizetoceros* i nieoznaczonego bliżej przedstawiciela nowego dla obszaru Polski rodzaju *Eucladoceros*. Okres dolnego pliocenu był czasem znacznych zmian w faunie jeleniowatych. formy znane z okresu willafranszu wymarły, zostały zastąpione przez formy charakterystyczne dla okresu czwartorzędu. Jedynym stanowiskiem gdzie znaleziono szczątki jeleniowatych była Jaskinia Żabia (MIS 58-40). Najliczniejszą formą w tym stanowisku był gatunek *Dama* cf. *farnetensis*, jedyny reprezentant na obszarze Polski rodzaju *Dama* w dolnym i środkowym plejstocenie. Duże jeleniowate reprezentuje charakterystyczny dla tego okresu pierwotny łoś *Cervalces carnutorum*, jest to pierwsze stwierdzenie występowania łośi na obszarze Polski. To stanowisko było także pierwszym miejscem występowania na obszarze Polski rodzaju *Capreolus*. Nieliczne szczątki tej sarny były podobne do gatunku *Capreolus cusanoides*, znanego ze dolnoplejstocenijskiego stanowiska i innych europejskich stanowisk tego okresu. W dolnym i w dużej części środkowego plejstocenu na obszarze Polski nie ma stanowisk ze szczątkami jeleniowatych. Jest to okres, gdzie na obszarze Polski prawie nie ma stanowisk ze szczątkami zwierząt. Tylko w okresie da-

towanym na zony (MIS 19-17) znaleziono dwa stanowiska, jedno w jaskini w Kozim Grzbiecie, drugie w szczelinie krasowej w kamieniołomie w Sitkówce. Opisano z nich w sumie 4 gatunki Cervidae, które są charakterystyczne dla tego okresu i datują warstwy z Sitkówki: *Cervus elaphus* ssp., *Praemegaceros verticornis*, *Capreolus suessenbornensis* and *Cervalces latifrons*. W okresie górnej części środkowego plejstocenu ilość gatunków jeleniowatych wzrasta do 6: *Cervus elaphus*, *Megaloceros giganteus*, *Capreolus capreolus*, *Rangifer tarandus*, *Cervalces* sp. and *Alces alces*, w większości stanowisk jaskiniowych występują 4 z nich. Renifer na obszarze Polski pojawia się w zonie MIS 11 lub 9. W tym okresie najliczniejszym gatunkiem był jelen szlachetny. Jego dominacja trwa do końca środkowego plejstocenu. W tym okresie na obszarze naszego kraju występuje duży podgatunek jelenia szlachetnego - *Cervus elaphus spelaeus* i bardziej delikatnie zbudowany, z porożem odchylonym do tyłu, pozwalającym na życie na obszarach o zwartej pokrywie roślinnej podgatunek jelenia olbrzymiego *Megaloceros giganteus antecendens/germaniae*. Obie te formy znane są z środkowoplejstocenijskich warstw Jaskini Biśnik, Jaskini Deszczowej i Jaskini Nietoperzowej. Ostatnim przedstawicielem środkowoplejstocenijskich wymarłych łosi był *Cervalces* sp.. Jego występowanie w warstwach od 19-15 datuje te poziomy na okres końca środkowego plejstocenu. Nowy dla Polski gatunek sarny reprezentuje *Capreolus priscus*, znany z Jaskini Biśnik, Jaskini Nietoperzowej i Jaskini w Dziadowej Skale. Współczesna sarna pojawia się na obszarze Polski na początku ostatniego zlodowacenia (Jaskinia Biśnik), zanika w zimnych okresach ostatniego zlodowacenia, chociaż jest liczniejsza od łosia, pojawia się w okresie MIS 3. *Alces alces* po raz pierwszy występuje w interglacjale eemskim (Jaskinia w Dziadowej Skale). W ostatnim zlodowaceniu występuje tylko kilka stanowisk tego gatunku z początku glacjału i interpluvistulianu (MIS 3). Od okresu starszego plenivistulianu (MIS 4) renifer jest dominującym gatunkiem w faunie jeleniowatych. Na wielu stanowiskach występuje masowo. W stanowiskach jaskiniowych występuje mniej masywny podgatunek jelenia olbrzymiego *Megaloceros giganteus germaniae*. Druga forma *Megaloceros giganteus ruffi* jest charakterystyczna dla stanowisk otwartych. Znaczące zmiany w faunie jeleniowatych zachodzą pod koniec plejstocenu i na początku holocenu. Wymiera jelen olbrzymi a renifer wycofuje się na zimne obszary północnej Europy i Azji. Pierwszym gatunkiem Cervidae, który rekolonizuje obszar Polski był łoś. Stanowił on ważny element w diecie ludzi z tego okresu, był jedynym dużym ssakiem. Później pojawiają się jelen szlachetny i sarna, które stają się dominującymi gatunkami jeleniowatych. Od środkowego holocenu obserwujemy zanik łośa. W czasach historycznych człowiek introdukuje na obszar naszego kraju daniela i jelenia sika. W okresie paleolitu i w holocenie stanowiły Cervidae stanowiły bardzo ważny element diety człowieka paleolitycznego i współczesnego. Szczątki jeleniowatych chociaż nie zawsze liczne w porównaniu np. do drobnych ssaków w opisywanym przedziale czasu, jak opisano powyżej mogą być użyteczne w rozważaniach biostratygraficznych i faunistycznych. Są ważne także w rozważaniach paleoekologicznych.

**Schronisko w Dolinie Udorki I (gm. Wolbrom, woj. małopolskie).
Wstępne wyniki badań oraz perspektywy na przyszłość**

**Shelter in Udorka Valley I (Wolbrom comm., Małopolskie Voivodeship).
Preliminary research results and prospects for the future**

Magdalena Sudoł-Procyk¹, Maciej T. Krajcarz², Magdalena Krajcarz¹,
Michał Wojenka³, Andrzej Tyc⁴, Maciej Mendecki⁵

¹ Instytut Archeologii, Wydział Nauk Historycznych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Szosa Bydgoska 44/48, 87-100 Toruń; sudoł@umk.pl, magkrajcarz@umk.pl,

² Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; mkrajcarz@twarda.pan.pl,

³ Instytut Archeologii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gołębia 11, 31-007 Kraków; michał.wojenka@uj.edu.pl

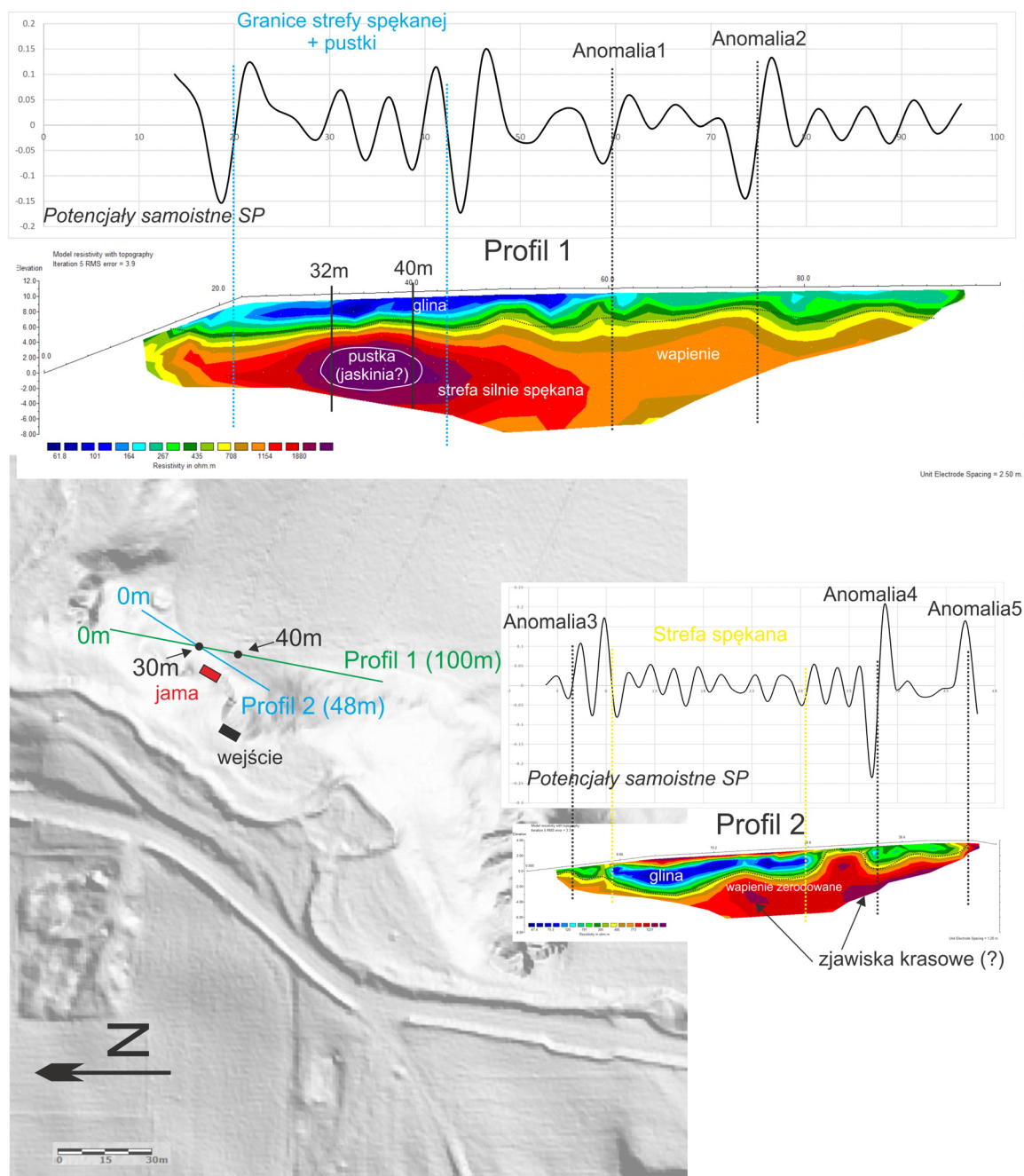
⁴ Katedra Geomorfologii, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; andrzej.tyc@us.edu.pl

⁵ Katedra Geologii Stosowanej, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; maciej.mendecki@us.edu.pl

Schronisko w Dolinie Udorki I to niewielki obiekt jaskiniowy usytuowany we wschodnim zboczu Doliny Udorki (w jej środkowej części), na skraju wzgórza Łysa Góra, w pobliżu miejscowości Poręba Dzierżna (gm. Wolbrom, woj. małopolskie, 50°26'34,00"N, 19°46'02,00"E). Do tej pory schronisko nie było wzmiankowane w literaturze archeologicznej, a sam obiekt w inwentarzach jaskiń i schronisk z Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej uwzględniony został dopiero w dokumentacji z roku 1995, sporządzonej dla Zarządu Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych woj. katowickiego, gdzie nosi nazwę Schronisko w Lesie Łysa Góra V i ma numer V.A.54 (Polonius i in. 1995). W inwentarzu Jaskiń Wyżyny Częstochowskiej figuruje pod numerem J.Cz.IV-04.118 i otrzymuje nazwę Schronisko w Dolinie Udorki I (Grodzicki 2011, <http://jaskiniepolski.pgi.gov.pl>).

Schronisko na pierwszy rzut oka jest niemal niewidoczne od strony dna doliny Udorki. Patrząc od podstawy skarpy sprawia wrażenie bardzo niskiej niszy skalnej. Z tej niszy biegnie w głąb masywu korytarzyk, który jest bardzo niski i we wstępnej partii dość szeroki. W tej strefie w 2013 roku został założony wykop sondażowy o wymiarach 2×2 m. We wschodniej jego części, dość szybko bo na głębokości ok 1 metra od powierzchni, natrafiono na skałę, która na głębokości 2.5 metra objęła większą część powierzchni wykopu.

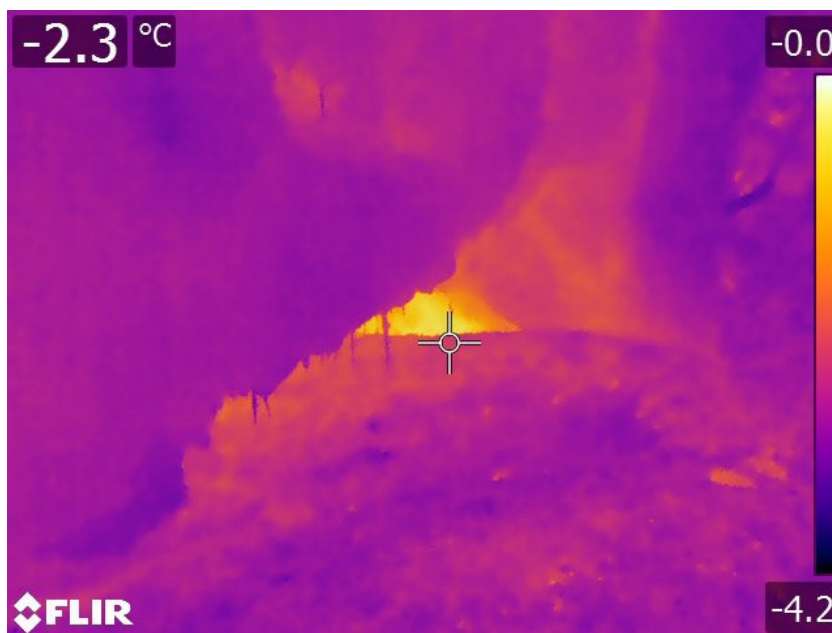
Cała seria sedymentacyjna obejmuje osady holoceny, mocno zaburzone procesami stokowymi oraz działalnością zwierząt. W zespole kości ssaków najliczniejsze są szczątki borsuków (*Meles meles*) i lisów (*Vulpes vulpes*), odpowiedzialnych za bioturbację. Pomimo zaburzeń, w oparciu o stratygrafię, materiał źródłowy oraz datowania radiowęglowe, udało się wydzielić poziomy związane z kolejnymi epizodami aktywności człowieka w okresie holocenu. Najwcześniejsza udokumentowana faza związana jest z okresem środkowego neolitu i ugrupowaniami lędzielsko-polgarskimi, o czym świadczy dobrze zachowane palenisko datowane na 5550±30 BP i znalezione w jego sąsiedztwie wyroby krzemienne oraz fragmenty naczyń ceramicznych. Z wczesnymi okresami epoki brązu łączyć należy nieliczne wyroby krzemienne oraz pojedyncze kości ludzkie, które wystąpiły w osadach przemieszanych. Uzyskana dla jednej z nich data 3750±35 BP dobrze nawiązuje do stanowisk kultury mierzanowickiej w najbliższym sąsiedztwie (Sudoł i in. 2013). Najmłodsze epizody osadnicze na stanowisku są reprezentowane przez pojedyncze fragmenty naczyń ceramicznych z okresu schyłku średniowiecza i początku doby nowożytnej (2 połowa XV – 1 połowa XVI w.).



Ryc. 1. Wyniki badań geofizycznych przeprowadzonych na wierzcholinie nad Schroniskiem w Dolinie Udorki I i Jaskinią Perspektywiczną

Na początku 2018 roku w rejonie Jaskini Perspektywicznej (Sudoł i in. 2016) oraz Schroniska w Dolinie Udorki I zostały przeprowadzone badania nieinwazyjne, mające na celu stwierdzenie obecności pustek krasowych w masywie. Wykorzystane zostały obrazy termalne wykonane kamerą termowizyjną FLIR T640 oraz dwie metody geofizyczne – obrazowanie oporności 2D (Electrical Resistivity Tomography, ERT) oraz gradientowe profilowanie potencjałów samoistnych (Self-Potential, SP). Wyniki przeprowadzonych badań geofizycznych i termowizyjnych wskazują na obecność silnie spękanych i skrasowiałych wapieni w części masywu, która sąsiaduje od północy ze stanowiskiem archeologicznym w Jaskini Perspektywicznej, a od zachodu ze Schroniskiem w Dolinie Udorki I. Interpretacja geofizyczna profilu ERT (100 m długości), pozwala wskazać z dużym prawdopodobieństwem lokalizację w tej części masywu większej pustki (jaskini?) (ryc. 1, Profil 1). Wysokie wartości oporności pomiędzy

32 a 40 metrem tego profilu wskazują na obecność pustki w wapieniach, które wykazują znacznie niższe oporności. Możliwość występowania pustki krasowej w tej części masywu potwierdzają również anomalie stwierdzone w obrazach termalnych (ryc. 2), związane z zimową wentylacją masywu. W widocznych u podnóża ściany skalnej niewielkich otworach detektor kamery zarejestrował dodatnie temperatury (maks. +4,9 °C) przy ujemnej temperaturze powietrza.



Ryc. 2. Obraz termalny partii przyotworowej Schroniska w Dolinie Udorki I

Uzyskane wyniki skłoniły autorów niniej-

szego tekstu do powrotu na stanowisko w celu kontynuacji badań. Tegoroczne prace wykopalskowe skoncentrowane były na eksploracji osadów w wewnętrznych partiach schroniska. Ujawniły obecność szerokiego ale bardzo niskiego korytarza, ciągnącego się w stronę północną i wschodnią (rejon pustki wykazanej badaniami geofizycznymi) i wskazują na możliwość kontynuacji prac w kolejnych sezonach. W osadach wokół wejścia do jaskini zadokumentowano ślady działalności człowieka z okresu XVIII - pocz. XX w. w postaci rowu umocnionego dużymi głazami i liczne kości zwierzęce. Odkryto także fragmenty naczyń ceramicznych, głównie średniowieczne i nowożytnie, oraz materiały z drugiej połowy XX wieku.

Badania sondażowe przeprowadzone w 2013 roku realizowane były w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki (NCN) nr 2011/01/N/HS3/01299, a dalsze prace wykopalskowe i nieinwazyjne wykonane w 2018 roku w ramach grantu NCN nr 2014/15/D/HS3/01302. Ponadto datowanie szczątków człowieka finansowano ze środków grantu NCN nr 2013/11/D/HS3/01877.

Literatura

- Grodzicki, J. (red.), 2011. Jaskinie Pasma Smoleńsko-Niegowonickiego. Jaskinie Wyżyny Częstochowskiej 4, Wydawnictwo Polskiego Towarzystwa Nauk o Ziemi, Warszawa, ss. 38.
- Polonius, A., Sławiński, J., Kuczok, W., Pawłowski, M., Mączka, M., Polonius, K. 1995. Dokumentacja z inwentaryzacji jaskiń i schronisk na wschód od Smolenia i Strzegowej; Zarząd ZJPK woj. katowickiego, Dąbrowa Górnicza (maszynopis), ss. 108 plus uzupełnienia.
- Sudoł, M., Adamczak, K., Krajcarz, M. T., Krajcarz, M., 2013. Ślad osadnictwa z wczesnej epoki brązu w Schronisku w Udorzu II (Udórz, gm. Żarnowiec, woj. śląskie), *Acta Universitatis Nicolai Copernici, Archeologia*, t. XXXIII, s. 53–68. DOI: 10.12775/AUNC_ARCH.2013.003
- Sudoł, M., Krajcarz, M., Krajcarz, M. T., 2016. Wyniki interdyscyplinarnych badań Jaskini Perspektywicznej (Wyżyna Częstochowska) w latach 2014-2016. In: Urban, J. (ed.) *Materiały 50. Sympozjum Speleologicznego. Sekcja Speleologiczna PTP im. M. Kopernika*, Kraków, s. 145–146.

<http://jaskiniepolski.pgi.gov.pl/>

KATASTROFA! Co zniszczyło nacieki w Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie?

CATASTROPHE! What destroyed speleothems in the Niedźwiedzia Cave in Kletno?

Jacek Szczygieł¹, Artur Sobczyk² Michał Gąsiorowski³, Helena Hercman³

¹ *Katedra Geologii Podstawowej, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, 41-200 Sosnowiec ul Będzińska 60, jacek.szczygieł@us.edu.pl*

² *Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, pl. M. Borna 9, 50-204 Wrocław*

³ *Instytut Nauk Geologicznych PAN, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa*

W odkrytych w latach 2011–2013 rozległych partiach Jaskini Niedźwiedziej, udokumentowano kilkadziesiąt połamanych i przewracanych stalagmitów, stalaktytów i pól naciekowych, z których największe mają blisko 0,6 m średnicy i ~2 m wysokości. Zniszczone nacieki można obserwować praktycznie w całej jaskini, podobnie jest z zawaliskami o miąższości dochodzącej do kilkunastu metrów. W celu rozszyfrowania przyczyn powstałych zniszczeń wykonano: plan strukturalny jaskini ze szczególnym uwzględnieniem uskoków, mapę zniszczeń oraz pobrano próbki zniszczonych nacieków w celu wykonania oznaczeń wieku metodą U-Th. Plan badań zakładał podjęcie próby określenia interwału czasowego, w którym powstały zniszczenia, z zachowaniem metodyki datowania na danym stanowisku badawczym najmłodszej laminy pękniętego nacieku oraz najstarszej w obrębie odbudowanego nacieku. W sumie pobrano 16 próbek z 8 stanowisk.

Możliwych przyczyn prowadzących do powstania zaobserwowanych deformacji może być co najmniej kilka: pełnienie lodu wewnątrz jaskini, przemarzanie masywu skalnego, kompakcja lub upłynnienie osadów klastycznych podścielających miejsca występowania nacieków, aktywność sejsmiczna, czy też naturalne ruchy grawitacyjne. Jednakże biorąc pod uwagę zarówno ilość jak i rozmiary deformacji powstałych w Jaskini Niedźwiedziej w Kletnie oraz ich superpozycję względem innych osadów klastycznych, tak auto- jak i allochtonicznych osadów, możliwą wydaje się być hipoteza o ich genezie związanej ze zjawiskiem oddziałującym na całą jaskinię tj. wstrząsem sejsmicznym lub grawitacyjnym zapadaniem się korytarzy jaskini. Nie można również jednoznacznie wykluczyć wpływu pełnącego lodu na powstanie deformacji przy aktywnym udziale zjawiska zamrozu.

Aktywność sejsmiczna Sudetów w połączeniu z udokumentowanymi w jaskini uskokami o możliwej alpejskiej genezie, oraz stwierdzone interwały czasowe, w których miało dojść do zniszczeń skłaniają nas do wskazania hipotezy sejsmicznej jak głównego czynnika genetycznego. Przemawiają za tym m. in. wiek najstarszych deformacji, do których doszło ok. 320–310 tys. lat temu, tj. w okresie ciepłym plejstocenu (MIS 9). Okres rozwoju najintensywniejszych deformacji w jaskini, w tym powstania zawaliska w Sali Mastodonta pomiędzy ~170–155 tys. lat temu, przypada na zimną fazę plejstocenu (MIS 6), jednak sam fakt narastania nacieków w tym czasie sugeruje, że w jaskini nie powinno wówczas być dużych ilości stałego lodu.

Przyjmując hipotezę, iż to lokalne trzęsienia Ziemi doprowadziły do deformacji nacieków i korytarzy w Jaskini Niedźwiedziej, za źródło wstrząsów, zgodnie z interpretacją danych strukturalnych z jaskini (patrz Sobczyk & Szczygieł, ten zeszyt), za strefy sejsmiczne można by uznać m.in. na zachodzie strefę uskokową ograniczającą rów górnej Nysy Kłodzkiej lub od północy najbardziej wschodni fragment strefy uskokowej Hronov-Poříčí. Jednocześnie nie można jednoznacznie wykluczyć powstania silnego wstrząsu w obrębie położonego ok. 20 km ku NE sudeckiego uskoku brzeźnego, który obecnie jest jedną z ważniejszych linii tektonicznych w tej części Europy Środkowej, o udokumentowanej aktywności neotektonicznej.

Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego nr DEC-2017/01/X/ST10/00375 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki. Prace były częściowo finansowane z projektu współpracy dwustronnej między ING PAN i IG CAS MOBILITY PAN-17-22.

Jaskinie i leje zapadliskowe w trawertynach Huambo (Zachodnia Kordylera, Andy, Peru) – uwagi genetyczne

Caves and collapse features in travertines of Huambo (Western Cordillera, Andes, Peru) – genetical remarks

Andrzej Tyc¹, Krzysztof Gaidzik², Jerzy Żaba², Andrzej Paulo³, Justyna Ciesielczuk²

¹ Katedra Geomorfologii, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; andrzej.tyc@us.edu.pl

² Katedra Geologii Podstawowej, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec;
k.gaidzik@gmail.com, jerzy.zaba@gmail.com, justyna.ciesielczuk@us.edu.pl,

³ Katedra Analiz Środowiskowych, Kartografii i Geologii Gospodarczej, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska,
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; Andrzej.Paulo@interia.pl

Prezentowane wyniki są efektem badań zjawisk krasowych w trawertynach w okolicy miejscowości Huambo w Andach Peruwiańskich, przeprowadzonych latem 2017 r. w ramach Polskiej Wyprawy Naukowej do Peru. Wykorzystano również wyniki obserwacji terenowych dokonane w trakcie wcześniejszej wyprawy w 2012 r.

Trawertyny Huambo tworzą miększą pokrywę (max. ponad 100 m) w zlewni Rio Huambo, lewobrzeżnego dopływu Rio Colca w Kordylerze Zachodniej w Andach. Budują one rozległe kopuły i grzbiety, których osie są równoległe do kierunku rowu tektonicznego Huambo (NW-SE, NNW-SSE w części południowej i N-S w części północnej). Trawertyny Huambo odsłaniają się na długości 8,6 km i szerokości maksymalnie ok. 2,5 km, obejmując szeroki przedział wysokości od 3 960 m n.p.m. w części południowej do 2 960 m n.p.m. w części północnej. Pokrywa trawertynowa jest wieku czwartorzędowego i zalega bezpośrednio na skałach osadowych mezozoicznych formacji Yura, Murco, Arcurquina i Ashua, natomiast na peryferiach zazębia się ona z czwartorzędowymi koluwiami i aluwiami, a w części północno-zachodniej ponadto z lawami wulkanicznymi grupy Andahua (Żaba *et al.* 2013). Zarówno struktura pokrywy, jej główne cechy litologiczne, geochemiczne i geomorfologiczne oraz skład izotopowy węglanów wskazują na hydrotermalny (w ujęciu Pentecost 2005 oraz Teboul *et al.* 2016) charakter trawertynów Huambo.

Spektakularnym przejawem zjawisk krasowych omawianego obszaru są duże leje zapadliskowe zlokalizowane w południowej części całego kompleksu trawertynów. Noszą one lokalną nazwę *hutco*. Formy te osiągają od 10 do ponad 130 m średnicy i od kilkunastu do ponad 40 m głębokości. Leje mają charakter form zapadliskowych w trawertynach, jak również form powstałych w trawertynach przykrytych osadami stokowymi, częściowo scementowanymi.

W dnie dwóch lejów (Hutco TR 4 i Hutco TR 19) odkryte zostały jaskinie, które w świetle przeprowadzonych badań stanowią klucz do zbadania genezy form zapadliskowych oraz speleogenezy w trawertynach Huambo. Obie jaskinie mają silnie nachylony spąg (lokalnie powyżej 45°), pokryty blokami trawertynu pochodzącymi z zawału stropu, z kolei silnie nachylony strop odsłania warstwy poziomo zalegających trawertynów. Obie jaskinie są głębokie: 38 m w Hutco TR 4 oraz 90 m w Hutco TR19. Rozmiary drugiej z wymienionych jaskiń stawiają ją w czołówce najgłębszych jaskiń w trawertynach na świecie (Zendan-e Soleymán w Iranie ma według różnych źródeł głębokość 109 m – Damm 1968; Gradziński *et al.* 2018 lub 85 m – wg danych UNESCO).

Na podstawie dotychczas przeprowadzonych badań geochemicznych, mineralogicznych oraz składu izotopowego węglanów i siarczanów pochodzących z obu jaskiń można stwierdzić, że jaskinie i leje zapadliskowe w trawertynach Huambo mają genezę hypogeniczną. Rozwój

jaskiń inicjujących powstanie lejów zapadliskowych można wiązać ze speleogenezą w obecności kwasu siarkowego (*sulphuric acid speleogenesis* – SAS w ujęciu Palmer 2013, De Waele *et al.* 2016), będącego rezultatem utleniania siarkowodoru H₂S blisko powierzchni zwierciadła wód podziemnych.

Literatura

- Damm, B., 1968. Ein Riesenkegel aus Travertin (NW Iran). *Der Aufschluss* 11: 323–332.
- Ford, T. D. & Pedley, H. M., 1996. A review of tufa and travertine deposits of the world. *Earth-Science Reviews* 41: 117–175.
- Gradziński, M., Bella, P. & Holúbek, P., 2018. Constructional caves in freshwater limestone: A review of their origin, classification, significance and global occurrence. *Earth-Science Reviews*, 185: 179–201.
- De Waele, J., Audra, P., Madonna, G., Vattano, M., Plan, L., D'Angeli, I.M., Bigot, J.-Y. & Nobécourt, J.-C., 2016. Sulfuric acid speleogenesis (SAS) close to the water table: Examples from southern France, Austria and Sicily. *Geomorphology*, 253: 452–467.
- Palmer, A. N., 2013. Sulfuric acid caves, [In:] A. Frumkin & J. Schroeder (eds.), *Treatise on Geomorphology*. Elsevier, p. 241–257.
- Pentecost, A., 2005. *Travertine*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 445.
- Teboul, P.-A., Durllet, C., Gaucher, E. C., Virgone, A., Girard, J.-P., Curie, J., Lopez, B. & Camoin, G. F., 2016. Origins of elements building travertine and tufa: New perspectives provided by isotopic and geochemical tracers. *Sedimentary Geology*, 334: 97–114.
- Żaba, J., Gaidzik, K., Ciesielczuk, J., Paulo, A. & Głogowska, M., 2013. Tectonic relationships between travertine domes and underlain Mesozoic formations in Huambo vicinity, southern Peru. *Proceedings of the 11th Meeting of the Central European Tectonic Studies Group (CETeG)*, 24-27.04.2013, Vargesztes, Villa Park, Hungary.

Geneza i rozwój jaskiń w rejonie Doliny Dolnej Wisły

The genesis and development of caves in the Dolina Dolnej Wisły (Lower Vistula River Valley) region

Jan Urban¹

¹ Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, al. Adama Mickiewicza 33, 31-120 Kraków; urban@iop.krakow.pl

Jaskinie występujące na obszarach Niżu Polskiego, pokrytego przede wszystkim luźnymi lub plastycznymi czwartorzędowymi utworami fluwioglacjalnymi i glacialnymi należy uznać za obiekty unikatowe, wyjątkowe w Europie i w świecie. W obrębie Doliny Dolnej Wisły i w jej najbliższym sąsiedztwie udokumentowano speleologicznie 6 takich obiektów, jednak wzmianki w internecie wskazują, że jest ich więcej (np. Jaskinia Morusa w Płocku - <http://kranawedrujacychwysp.blogspot.com/2013/03/jaskinia-morusa-w-pocku.html>). Wszystkie udokumentowane speleologicznie obiekty jaskiniowe wiążą się z występowaniem na tym obszarze piaskowców i zlepieńców wieku czwartorzędowego. Skały te, zwane piaskowcami płockimi (Kolski 1904) lub/oraz zlepieńcami grudziądzkimi (Drozdowski 1992), tworzą nieregularne ciała skalne o rozmiarach od kilku do kilkuset metrów pośród utworów luźnych reprezentujących osady ostatniego, północnopolskiego zlodowacenia plejstoceniowego (choć w środkowej Polsce takie piaskowce występują również w osadach zlodowaceń środkowo- i południowopolskich – np. Kamiński, Załoba 1987). Piaskowce i zlepieńce scementowane są kalcytem. Zgodnie z częściej przyjmowaną przez badaczy hipotezą, cementacja piasków i żwirów tylko pośrednio warunkowana jest procesami glacialnymi, wytrącanie tego minerału, następuje bowiem z wód wzbogaconych w węglan wapnia, pochodzący z materiału węglanowego zawartego w utworach glacialnych, głównie z wapiennych lub marglistych otoczakach glin żwałowych (np. Kamiński, Załoba 1985; Biernacka 1993). Współczesne wytrącanie się kalcytu jest dokumentowane na powierzchni osadów obecnością tzw. martwic wapiennych w niektórych źródłach Doliny Dolnej Wisły, np. w Szymbornie koło Chełmna. Zgodnie jednak z inną teorią, opracowaną na podstawie badań tych skał właśnie w Dolinie Dolnej Wisły, wytrącanie kalcytu w osadach następowało w warunkach krążenia wód w osadach przykrytych przez lądolód zlodowacenia północnopolskiego, w strefach szczelin w pokrywie lodowej, gdzie następowało uwalnianie dwutlenku węgla rozpuszczonego w wodzie, co powodowało precypitację węglanów (Drozdowski, Krażewski 1978; Drozdowski 1992).

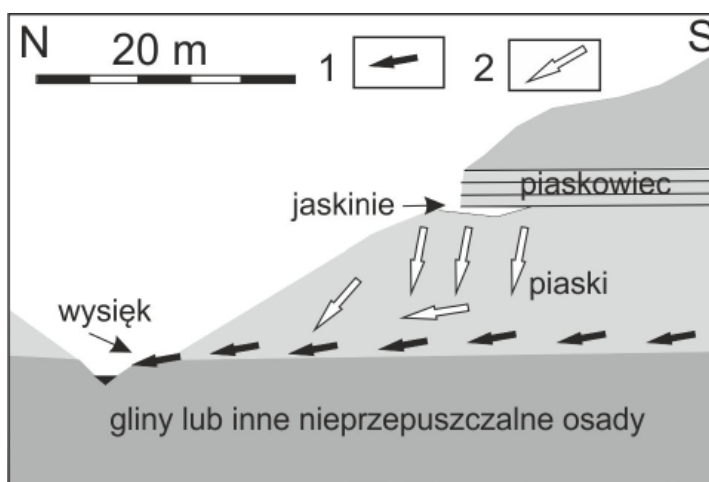
Spośród sześciu obiektów jaskiniowych występujących w Dolinie Dolnej Wisły i jej najbliższym sąsiedztwie: cztery występują w wąwozach rozcinających zbocza doliny Wisły, zaś dwie w skalnej ścianie nieczynnej żwirowni. W większości są to niskie i bardzo nieregularne komory oraz korytarzyki, których stropy i ściany tworzą piaskowce, natomiast dno pokryte jest piaskiem. Bardzo nieregularne kształty jaskiń powodują, że wymiary ciągów pomiarowych nie odzwierciedlają w pełni ich faktycznych długości, które są zwykle mniejsze, nie przekraczające kilku metrów. Największą jaskinią jest Bajka I, w której sumaryczna długość korytarzy jest bliska długości ciągu pomiarowego i wynosi 19 m.

Jaskinie Doliny Dolnej Wisły odróżniają się od większości jaskiń Ziemi również genezą. Ich powstanie i ewolucję należy bowiem wiązać ze zjawiskami mechanicznymi warunkowanymi grawitacją i/lub erozją (sufozją), poprzedzonymi ewentualnie wietrzeniem lub działalnością człowieka, które rozwijały się w bardzo specyficznym środowisku skalnym, w którym występują nieregularne i niejednolicie zlitfikowane masywy piaskowcowe. Najciekawsze pod

względem genetycznym wydają się jaskinie Bajka I oraz Bajka II, położone w górnej części stromego stoku wąwozu. Utworzone zostały poniżej dużego, poziomo rozwiniętego, płytowego pakietu piaskowcowego w wyniku spelzywania niżej leżących, luźnych osadów. Konsekwencją tego spelzywania, było obniżanie się stropu tych osadów i powstawanie pustek pomiędzy nimi a przykrywającym je sztywnym pakietem piaskowców (ryc. 1). Spelzowaniu osadów sprzyja w tym miejscu ich przesylenie wodą, którego świadectwem jest wysięk wodny w zboczu poniżej. Datowania metodą uranowo-torową nacieków kalcytowych z jaskini Bajka II wykazały, że nie są starsze niż kilkaset lat (Urban 2000, Urban i in. 2007, 2015).

Formami erozyjno-grawitacyjnymi warunkowanymi kształtem ciał piaskowcowych są jaskinie w Parowie Cieleżyńskim: Okap Cieleżyński oraz mniejsza Cieleżyńska Jama. Powstały one w rezultacie odprowadzania erozyjnego (zmywania) oraz grawitacyjnego (spelzowania) piaszczystego materiału na zboczu wąwozu w otoczeniu ciał piaskowcowych. Kształt tych ciał powodował, że w rezultacie wspomnianych procesów pod piaskowcami utworzyły się nisze, które można zdefiniować jako obiekty jaskiniowe (Urban 2007, 2015).

Natomiast bezpośrednią przyczyną powstania Jaskini pod Wierzbą i Jaskini Klonowej w żwirowni w Grudziądzu było grawitacyjne wysypywanie się (ewentualnie też erozyjne zmywanie) piasku i otczaków z otoczenia ciał piaskowcowych. Warunkiem wstępnym utworzenia tych jaskiń był jednak antropogeniczny proces – eksploatacja żwiru, która spowodowała powstanie stromej ściany skalnej. Jaskinie te liczą sobie więc nie więcej niż kilkadziesiąt lat i należy je zaklasyfikować do grupy niekrasowych (pseudokrasowych) jaskiń konsekwencyjnych (powstałych w konsekwencji działalności człowieka, choć nie bezpośrednio „wykopanych”) (Urban i in. 2007, 2015).



Ryc. 1. Przekrój przez zbocze wąwozu, w którym znajdują się jaskinie Bajka I oraz II, ilustrujący genezę tych jaskiń (wg Urban 2015). Objasnienia oznaczeń: 1 – kierunek przepływu wód podziemnych, 2 – kierunek spelzowania utworów piaszczystych

Literatura

- Biernacka, J., 1993. Zjawisko cementacji kalcytovej osadów fluwioglacjalnych w Starym Puszczykowie koło Poznania. *Przegląd Geologiczny*, 41(4): 269–272.
- Drozdowski, E., 1992. Złepieńce Grudziądzkie. [w:] J. Danielewicz (red.). *Dzieje Grudziądza*. Wyd. Grudziądz. Tow. Kult., Grudziądz: 97–111.
- Drozdowski, E., Krażewski, S., 1978. Piaskowce i złepieńce plejstoczeńskie w Dolinie Dolnej Wisły. *Przegląd Geologiczny*, 26(8): 485–488.
- Kamiński, J., Załoba, M., 1985. Geneza i wiek piaskowców czwartorzędowych w okolicach Łodzi. *Acta Geographica Lodzensia*, 50: 29–50.
- Kolski, J., 1904. O piaskowcach płockich. *Wszechświat*, 23, 25: 385–390.
- Urban, J., 2000. Skałki i jaskinie piaskowcowe na Niziu Polskim. *Przegląd Geologiczny*, 48(5): 409–411.

- Urban, J., 2007. Jaskinie w Dolinie Dolnej Wisły. *Jaskinie*, 2(47): 31–32.
- Urban, J., 2015. Jaskinie w rejonie Doliny Dolnej Wisły, [w:] J. Pająkowski (red.), *Zespół Parków Krajobrazowych Nadwiślańskiego i Chełmińskiego t. 1*. Pol. Wyd. Rekl., Toruń: 138–144.
- Urban, J., Ciborowski, T., Paternoga, R., Hercman, H., Sujka, G., 2007. The genetical types of caves in the Polish Lowlands. *Nature Conservation* 63(7): 85–94.

Globalne zmiany klimatu w świetle badań mikroklimatycznych wybranych jaskiń Tatr Zachodnich – wstępne wyniki badań

Climate global changes in the light of the selection of microclimatic research in the Western Tatra Mountains Caves – preliminary results

Wojciech Wróblewski¹

¹ *Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, Gronostajowa 3A, 30-387 Kraków,
e-mail: wojciech.wroblewski@uj.edu.pl*

Badania klimatyczne prowadzone w ostatnich kilku dekadach przez licznych badaczy wskazują, że globalne zmiany klimatu w istotny sposób wpływają na właściwości atmosfery jaskiń strefy wadycznej. Te z kolei mogą warunkować m.in. tempo rozwoju zjawisk krasowych.

Pomiary parametrów atmosfery (m.in. temperatury powietrza, wilgotności, zawartości, CO₂) przeprowadzone w okresie czerwiec 2017 – maj 2018 w jaskiniach Obłazkowej, Raptawickiej, Dziurze nad Jaskinią Raptawicką II oraz w Wodnej pod Pisaną w Tatrach Zachodnich wykazały, że sezonowa zmienność warunków pogodowych znacząco wpływa na mikroklimat tychże jaskiń (w szczególności zawartość CO₂ w powietrzu).

Pomiary stężeń CO₂ w atmosferze ww. jaskiń dowodzą okresowo zbliżoną lub wyższą o kilkadziesiąt ppm (zwłaszcza zimą) zawartość tego gazu w powietrzu względem analogicznych pomiarów belgijsko-polskiego zespołu badaczy z wiosny 1967 roku (por. Ek et al., 1969).

Wydaje się, że odnotowana okresowo wyższa zawartość CO₂ w atmosferze jaskiń może być związana z obserwowanym od kilkadziesięciu lat globalnym wzrostem CO₂ w atmosferze ziemskiej. Nie można jednak wykluczyć, że zjawisko to, spowodowane jest lokalnymi anomaliami pogodowymi zaistniałymi w okresie wykonywania pomiarów (w szczególności długotrwałym zaleganiem pokrywy śnieżnej ograniczającym wentylację systemów krasowych oraz gwałtownym wiosennym ociepleniem, przyspieszającym wegetację roślin).

Badania te są realizowane w ramach projektu finansowanego ze środków DSC Wydziału Geografii i Geologii UJ, służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich w 2017 i 2018 r.

Literatura

- Ek, C., Gilewska, S., Kaszowski, L., Kobylecki, A., Oleksynowa, K. & Oleksynówna, B., 1969. Some analyses of the CO₂ content of the air in five Polish caves. *Zeitschrift für Geomorphologie, Neue Folge*, 13: 267–286.

